

(11)Publication number : 2005-316011

(43)Date of publication of application : 10.11.2005

(51)Int.Cl.

G02F 1/139  
G02F 1/1337  
G02F 1/1343

(21)Application number : 2004-131963

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 27.04.2004

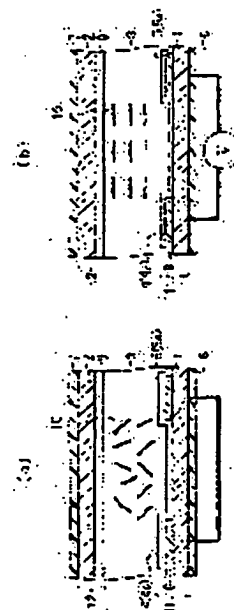
(72)Inventor : SHIBAHARA YASUSHI  
MIYAJI KOICHI

## (54) DISPLAY DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a display device which has high stability of the Kerr effect and which is easily manufactured.

**SOLUTION:** The display device is equipped with a pair of substrates 1, 2 at least one of which is transparent and a medium layer 3 which is interposed between the pair of substrates 1, 2, exhibits optical isotropy when an electric field is not applied, exhibits optical anisotropy when the electric field is applied, and contains a chiral agent.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

12.09.2006

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]

At least one side is the display device equipped with the medium in which it is pinched between the substrate of a transparent pair, and the substrate of this pair, the optical isotropy is shown at the time of no impressing [ of electric field ], and optical anisotropy is shown at the time of electric-field impression,

The above-mentioned medium is a display device characterized by including a chiral agent.

[Claim 2]

At least one side is the display equipped with the medium in which it is pinched between the substrate of a transparent pair, and the substrate of this pair, the optical isotropy is shown at the time of no impressing [ of electric field ], and optical anisotropy is shown at the time of electric-field impression,

The above-mentioned medium is a display device characterized by being the chiral matter.

[Claim 3]

The opposed face with the above-mentioned medium in one [ among the substrates of a top Norikazu pair / at least ] substrate is a display device according to claim 1 or 2 characterized by arranging the polarizing plate in the opposite side.

[Claim 4]

the inside of the substrate of a top Norikazu pair -- one substrate -- a substrate side -- receiving -- abbreviation -- a display device given in claim 1 characterized by having an electric-field impression means to impress parallel electric field to the above-mentioned medium thru/or any 1 term of 3.

[Claim 5]

The above-mentioned electric-field impression means is a display device according to claim 4 characterized by the thing by which opposite arrangement was carried out, and for which it has the tandem-type electrode of a pair at least in the direction in which it is prepared in the medium side in the substrate of the above-mentioned pair, and a ctenidium part gears mutually.

[Claim 6]

The display device according to claim 5 to which the above-mentioned ctenidium part is characterized by having a wedge-action-die configuration.

[Claim 7]

The display device according to claim 6 to which the include angle which the bending part of the above-mentioned wedge-action-die configuration makes is characterized by being less than \*\*10 degrees 90 degrees.

[Claim 8]

A display device given in claim 1 characterized by arranging the orientation film at the opposed face with the above-mentioned medium in one [ at least ] substrate among the substrates of a top Norikazu pair thru/or any 1 term of 7.

[Claim 9]

The display device according to claim 8 to which the above-mentioned orientation film is

characterized by being an organic thin film.

[Claim 10]

The display device according to claim 8 characterized by the above-mentioned orientation film consisting of polyimide.

[Claim 11]

The above-mentioned orientation film is a display device given in claim 8 characterized by performing level orientation processing to parallel or anti-parallel to a substrate thru/or any 1 term of 10.

[Claim 12]

The above-mentioned medium is a display device given in claim 1 characterized by having the orientation order below the wavelength of light at the time of electrical-potential-difference impression thru/or any 1 term of 11.

[Claim 13]

A display device given in claim 1 characterized by containing the liquid crystallinity matter in the above-mentioned medium thru/or any 1 term of 12.

[Claim 14]

The display device according to claim 13 to which the above-mentioned medium is characterized by having the order structure which shows cubic symmetric property.

[Claim 15]

The display device according to claim 13 characterized by the above-mentioned medium consisting of a molecule in which a cubic phase or a smectic D phase is shown.

[Claim 16]

The display device according to claim 13 characterized by the above-mentioned medium consisting of a liquid crystal micro emulsion.

[Claim 17]

The display device according to claim 13 characterized by the above-mentioned medium consisting of a lyotropic liquid crystal in which a micell phase, an inverted micelle phase, a sponge phase, or a cubic phase is shown.

[Claim 18]

The display device according to claim 13 characterized by the above-mentioned medium consisting of a liquid crystal particle dispersed system which shows a micell phase, an inverted micelle phase, a sponge phase, or a cubic phase.

[Claim 19]

The display device according to claim 12 characterized by the above-mentioned medium consisting of DIN DORIMA.

[Claim 20]

The display device according to claim 13 characterized by the above-mentioned medium consisting of a molecule in which a cholesteric blue phase is shown.

[Claim 21]

The display device according to claim 13 characterized by the above-mentioned medium consisting of a molecule in which a smectic blue phase is shown.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

## [Detailed Description of the Invention]

## [Field of the Invention]

## [0001]

This invention relates to the display device which has the display engine performance of the wide field of view in a high-speed responsibility list.

## [Background of the Invention]

## [0002]

Also in various display devices, with the thin shape, a liquid crystal display component has the advantage that a light weight and power consumption are small, and is widely used for OA (Office Automation) devices, such as image display devices, such as television and video, and a monitor, a word processor, a personal computer.

## [0003]

TN (Twisted Nematic) mode using the former, for example, a nematic liquid crystal, as a liquid crystal display method of a liquid crystal display component, a display mode, a polymer dispersed liquid crystal display mode using a ferroelectric liquid crystal (FLC) or antiferroelectricity liquid crystal (AFLC), etc. are known.

## [0004]

Also in it, conventionally, although the liquid crystal display component in TN (Twisted Nematic) mode using the nematic liquid crystal as a liquid crystal display component put in practical use is mentioned, there is a fault, like an angle of visibility with a slow response is narrow, and these faults are the liquid crystal display components using this TN mode with big hindrance, for example, when exceeding CRT (cathode ray tube).

## [0005]

Moreover, although in the case of the display mode using FLC or AFLC a response is quick and it has the advantage that an angle of visibility is large, there is a big fault in respect of shock-proof nature, the temperature characteristic, etc., and by the time it is put in practical use widely, it will not have resulted.

## [0006]

Furthermore, although the polymer dispersed liquid crystal display mode using light scattering does not need a polarizing plate but a daylight display is possible, when viewing-angle control by the phase plate cannot be performed in essence, it has the technical problem in respect of the response characteristic, and there is few predominance over TN mode.

## [0007]

Each of these means of displaying is in the condition that the liquid crystal molecule aligned in the fixed direction, and since how for it to be visible with the include angle to a liquid crystal molecule differs, they has a viewing-angle limit. Moreover, each of these means of displaying uses rotation of the liquid crystal molecule by electric-field impression, and since they rotates [ with all of ], with a liquid crystal molecule aligned, a response takes time amount to them. In addition, in the case of the display mode using FLC or AFLC, in respect of a speed of response or an angle of visibility, it is advantageous, but the irreversible orientation destruction by external force poses a problem.

## [0008]

On the other hand, the means of displaying by the electronic polarization using the secondary electro-optical effect is proposed to these means of displaying using rotation of the molecule by electric-field impression.

## [0009]

The electro-optical effect is the phenomenon in which the refractive index of the matter changes with external electric fields. There are effectiveness that the refractive index of the matter is proportional to primary [ of electric field ], and effectiveness proportional to secondary in the electro-optical effect, and it is called the Pockels effect and the Kerr effect, respectively.

Application to a high-speed optical shutter is advanced early, and, especially as for the secondary electro-optical effect called the Kerr effect, utilization is made in the special measuring machine machine. the Kerr effect will be discovered by J.Kerr (car) in 1875, and ingredients, such as organic liquids, such as a nitrobenzene and a carbon disulfide, will get to know it until now as an ingredient in which the Kerr effect is shown -- having -- \*\*\*\* -- these ingredients -- for example, it is used for high field strength measurement of a power cable etc. other than said optical shutter carried out.

[0010]

Then, having a Kerr constant with a big liquid crystal ingredient is shown, a light modulation element, an optical polarizing element, and basic examination further turned to optical-integrated-circuit application are performed, and the liquid crystal compound in which the Kerr constant exceeding 200 times of said nitrobenzene is shown is also reported.

[0011]

The application to the display of the Kerr effect is beginning to be considered in such a situation. Since the refractive index of the matter in which the Kerr effect is shown is proportional to secondary [ of electric field ], if the matter in which the Kerr effect is shown is used for orientation polarization, it can expect a low-battery drive compared with the case where the matter in which the Pockels effect is shown is used for orientation polarization. Furthermore, in order that the matter in which the Kerr effect is shown may show the response characteristic of several several microseconds - mm second, being used in order to make the display by the display answer a high speed to input voltage is expected.

[0012]

However, there is stability of the Kerr effect as a technical problem at the time of applying the matter in which the Kerr effect is shown to a display device. That is, the Kerr effect (in itself, observed in the state of an isotropic phase) serves as max near the liquid crystal phase-isotropic phase phase transition temperature, and decreasing rapidly with a temperature rise is known. For this reason, the stability of the Kerr effect is bad and poses a practical big problem.

[0013]

On the other hand, the liquid crystal molecule in which the Kerr effect is shown is shut up into a macromolecule, and the measure which raises the stability of the Kerr effect is proposed (for example, patent reference 1 reference).

[Patent reference 1] JP,11-183937,A (July 9, 1999 (Heisei 11) public presentation)

[Nonpatent literature 1] Kazuya Saito and outside -- one person, "the thermodynamics of the new thermotropic liquid crystal which is isotropy optically", liquid crystal, 2001, the 5th volume, and the 1st -- No. .p.20-27

[Nonpatent literature 2] The Yamamoto \*\*, "a liquid crystal micro emulsion", liquid crystal, 2000, the 4th volume, No. 3, p.248-254

[Nonpatent literature 3] D. The volume Demus and on outside trinomial, "Handbook of Liquid Crystals Low Molecular Weight Liquid Crystal", Wiley-VCH, 1998, vol.2B, p.887-900

[Nonpatent literature 4] The 1st time of Yamamoto \*\*, "liquid-crystal science experiment lecture: Identification:(4) lyotropic-liquid-crystal" which is a liquid crystal phase, liquid crystal, 2002, the 6th volume, No. 1, p.72-83

[Nonpatent literature 5] Eric Grelet, outside trinomial, "Structural Investigations on Smectic Blue Phases", PHYSICAL REVIEW LETTERS, The American Physical Society, April 23, 2001, vol.86, No.17, p3791-3794

[Nonpatent literature 6] Yonetani \*\*, "a nano structure liquid crystal phase being explored by the molecular simulation", liquid crystal, 2003, the 7th volume, No. 3, p.238-245

[Description of the Invention]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

[0014]

However, in that the stability of the Kerr effect is maintained, it needs to set liquid crystal area size to 0.1 micrometers or less while it needs to carry out the polymerization of the reactant monomer according to photopolymerization etc., although the above-mentioned patent reference 1 is an effective approach. For this reason, it is not easy to manufacture a display device using

the liquid crystal ingredient of a publication in the patent reference 1. Furthermore, since there is much area which a liquid crystal ingredient and a macromolecule touch, when impurities, such as ion in a macromolecule, melt into a liquid crystal ingredient, dependability will fall. For this reason, it is difficult to acquire the high dependability as a display device.

[0015]

This invention is made in view of the above-mentioned trouble, and the purpose is to offer the display device which can be manufactured easily while having the high stability of the Kerr effect.

[Means for Solving the Problem]

[0016]

In order that the display device concerning this invention may solve the above-mentioned technical problem, at least one side is the display device equipped with the medium in which it is pinched between the substrate of a transparent pair, and the substrate of this pair, the optical isotropy is shown at the time of no impressing [ of electric field ], and optical anisotropy is shown at the time of electric-field impression, and the above-mentioned medium is characterized by including a chiral agent.

[0017]

According to the above-mentioned configuration, the chiral agent contains to the medium. A chiral agent takes an adjoining molecule and the structure twisted mutually. In this case, the energy of the interaction between molecules becomes low. For this reason, by making a medium contain a chiral agent, a medium and a chiral agent are twisted spontaneously, and take structure, and structure stabilizes them. So, since the original structure is [ / for example, near the isotropic phase-liquid crystal phase phase transition temperature ] stable, a rapid structural change cannot take place, but the medium containing a chiral agent can stabilize the Kerr effect as the result. Here, it means that change of a Kerr constant is small in the Kerr effect being stable.

[0018]

That is, big energy is needed in order to change the condition of stabilizing according to twist structure. That is, it is twisted if big energy is not given, and structure does not break. Therefore, it is thought that bigger energy than energy required in order to change the condition that twist structure is not stable in order to change the condition, when a certain system stabilized by twist structure has a certain fixed Kerr constant is needed. That is, when there is twist structure, a Kerr constant will seldom change. Therefore, the Kerr effect can be stabilized.

[0019]

Therefore, the effectiveness that the display device which stabilized the Kerr effect by the simple method of adding a chiral agent is easily realizable is done so.

[0020]

In order that the display device concerning this invention may solve the above-mentioned technical problem, at least one side is the display equipped with the medium in which it is pinched between the substrate of a transparent pair, and the substrate of this pair, the optical isotropy is shown at the time of no impressing [ of electric field ], and optical anisotropy is shown at the time of electric-field impression, and the above-mentioned medium is characterized by being the chiral matter.

[0021]

According to the above-mentioned configuration, the medium itself consists of chiral matter. The chiral matter is matter (optically activity matter) which has chiral nature. When the chiral matter takes twist structure, the energy of an intermolecular interaction becomes low. For this reason, the medium itself is twisted spontaneously, structure is taken and structure is stable. So, since the original structure is [ / for example, near the isotropic phase-liquid crystal phase phase transition temperature ] stable, a rapid structural change cannot take place, but the medium which consists of chiral matter can stabilize the Kerr effect as the result. That is, since a Kerr constant will seldom change like the above when there is twist structure, the Kerr effect can be stabilized.

[0022]

Therefore, the effectiveness that the display device which stabilized the Kerr effect is easily realizable only by using the chiral matter as a medium is done so.

[0023]

As for the opposed face with the above-mentioned medium in one [ among the substrates of the above-mentioned pair / at least ] substrate, it is desirable that the polarizing plate is arranged in the display device concerning this invention in the opposite side. According to the above-mentioned configuration, it becomes possible to modulate permeability by impressing electric field to a medium and making a birefringence discover.

[0024]

the display device concerning this invention — the inside of the substrate of the above-mentioned pair — one substrate — a substrate side — receiving — abbreviation — it is desirable to have an electric-field impression means to impress parallel electric field to the above-mentioned medium. According to the above-mentioned configuration, electric field can be easily impressed in the direction which carries out an abbreviation rectangular cross to the light which passes in the perpendicular direction to a substrate, i.e., the direction parallel to a substrate side, and the birefringence anisotropy generated in electric-field impression can be easily taken out as change of a lightwave signal.

[0025]

The thing by which opposite arrangement was carried out and for which it has the tandem-type electrode of a pair at least is desirable in the direction in which the above-mentioned electric-field impression means is formed in the medium side in the substrate of the above-mentioned pair at the display device concerning this invention, and a ctenidium part gears mutually.

[0026]

According to the above-mentioned configuration, the above-mentioned electric-field impression means are at least one pair of tandem-type electrodes, and opposite arrangement is carried out in the direction in which it is prepared in the medium side in the substrate of the above-mentioned pair, and a ctenidium part gears mutually. electric field according to a tandem-type electrode by being arranged so that the ctenidium part in the above-mentioned tandem-type electrode may gear mutually — a substrate — abbreviation — it becomes parallel electric field. so — according to the above-mentioned configuration — a tandem-type electrode — a substrate — abbreviation — since parallel electric field are impressed to a medium, the display device by which driver voltage was reduced is realizable. In addition, as for the above "a tandem-type electrode", two or more electrodes (ctenidium part) say the thing of the electrode elongated from one electrode (a part for a comb root) in the predetermined direction to the longitudinal direction.

[0027]

It is desirable that the above-mentioned ctenidium part has a wedge-action-die configuration in the display device concerning this invention. A "wedge-action-die configuration" means the configuration where the ctenidium part bent at an angle of predetermined. Since according to the above-mentioned configuration opposite arrangement of the ctenidium part of the wedge-action-die configuration in such a tandem-type electrode is carried out so that it may gear mutually, as for the electric field generated with this tandem-type electrode, the electric-field impression direction turns into a 2-way at least.

[0028]

So, according to the above-mentioned configuration, the medium domain where the directions of the optical anisotropy of the above-mentioned medium differ exists because the electric-field impression direction recognizes 2-way existence at least. For this reason, an angle-of-visibility property can be raised in the above-mentioned display device.

[0029]

It is desirable that the include angle which the bending part of the above-mentioned wedge-action-die configuration makes in the display device concerning this invention is 90 degrees [ less than  $\pi/10$  ]. "The include angle which the bending part of a wedge-action-die configuration makes" means the include angle at which the ctenidium part bent. So, since the include angle which the bending part of the above-mentioned wedge-action-die configuration

makes is 90 degrees [ less than  $\pi/10$  ] according to the above-mentioned configuration, the medium (include angle of 90 abbreviation is made) domain where the direction of the optical anisotropy of a medium intersects perpendicularly mostly mutually exists. So, it becomes possible to compensate mutually the phenomenon with a color of the slanting viewing angle in each medium domain, and to suit. Therefore, the display device which can raise an angle-of-visibility property more can be realized, without spoiling permeability.

[0030]

It is desirable that the orientation film is arranged among the substrates of the above-mentioned pair in the display device concerning this invention at the opposed face with the above-mentioned medium in one [ at least ] substrate. Moreover, it is desirable that the above-mentioned orientation film is an organic thin film, and especially the thing that the above-mentioned orientation film consists of polyimide is desirable.

[0031]

According to the above-mentioned configuration, it can specify towards a request of the direction of orientation of a medium in near an interface with the above-mentioned orientation film of the above-mentioned medium certainly. Moreover, the orientation of the molecule which constitutes the above-mentioned medium can be made to carry out towards desired certainly in the condition of having made the above-mentioned medium discovering a liquid crystal phase.

[0032]

As for the above-mentioned orientation film, in the display device concerning this invention, it is desirable that level orientation processing is performed to parallel or anti-parallel to a substrate. The effectiveness that maximization of contrast can be attained, for example, black brightness can be made still smaller by level orientation processing being performed to parallel or anti-parallel to the above-mentioned substrate is done so. In addition, in this invention, the case where the mutual orientation processing direction is parallel and where the sense is the same shall be shown, the mutual orientation processing direction shall be parallel to anti-parallel, and the case where the sense is the contrary (reverse) shall be indicated to be parallel with them.

[0033]

As for the above-mentioned medium, in the display device concerning this invention, it is desirable to have the orientation order below the wavelength of light at the time of electrical-potential-difference impression. If orientation order is below the wavelength of light, isotropy is shown optically. Therefore, the display condition at the time of no electrical-potential-difference impressing and electrical-potential-difference impression can certainly be changed by using the medium by which orientation order becomes below the wavelength of light at the time of electrical-potential-difference impression.

[0034]

It is desirable that the liquid crystallinity matter is contained in the above-mentioned medium in the display device concerning this invention. By impressing electric field to the liquid crystallinity matter, distortion is given to the fine structure and it becomes possible to carry out induction of the optical modulation.

[0035]

Moreover, the above-mentioned medium may have the order structure which shows cubic symmetric property.

[0036]

Moreover, the above-mentioned medium may consist of a molecule in which a cubic phase or a smectic D phase is shown.

[0037]

Moreover, the above-mentioned medium may consist of a liquid crystal micro emulsion.

[0038]

Moreover, the above-mentioned medium may consist of a lyotropic liquid crystal in which a micell phase, an inverted micelle phase, a sponge phase, or a cubic phase is shown.

[0039]

Moreover, the above-mentioned medium may consist of a liquid crystal particle dispersed system which shows a micell phase, an inverted micelle phase, a sponge phase, or a cubic phase.



[0040]

Moreover, the above-mentioned medium may consist of DIN DORIMA.

[0041]

Moreover, the above-mentioned medium may consist of a molecule in which a cholesteric blue phase is shown.

[0042]

Moreover, the above-mentioned medium may consist of a molecule in which a smectic blue phase is shown.

[0043]

When each above-mentioned matter impresses electric field, optical anisotropy changes. Therefore, each above-mentioned matter can be used as the above-mentioned medium.

[Effect of the Invention]

[0044]

It is the display device equipped with the medium in which the display device concerning this invention is pinched as mentioned above between the substrate of a pair at least with transparent one side, and the substrate of this pair, the optical isotropy is shown at the time of no impressing [ of electric field ], and optical anisotropy is shown at the time of electric-field impression, and the above-mentioned medium is a configuration containing a chiral agent. By making a medium contain a chiral agent, a medium and a chiral agent are twisted spontaneously, and take structure, and structure stabilizes them. Consequently, the effectiveness that the display device which stabilized the Kerr effect is realizable is done so.

[Best Mode of Carrying Out the Invention]

[0045]

It will be as follows if one gestalt of operation of this invention is explained based on drawing 1 thru/or drawing 11.

[0046]

Drawing 1 (a) is the sectional view showing typically the outline configuration of the important section of the display device concerning the gestalt of this operation in electrical-potential-difference the condition of not impressing (OFF condition), and drawing 1 (b) is the sectional view showing typically the outline configuration of the important section of the display device concerning the gestalt of this operation in an electrical-potential-difference impression condition (ON condition).

[0047]

Drawing 1 (a) as shown in - (b), the display device concerning the gestalt of this operation It has the substrate (it is hereafter described as the pixel substrate 11 and the opposite substrate 12) of a pair at least with transparent one side which countered mutually and has been arranged. Between the substrates of these pairs as an optical modulation layer It has the cellular structure by which the medium layer 3 which consists of a medium (it is hereafter described as Medium A) which carries out an optical modulation by impression of electric field is pinched.

[0048]

Moreover, as shown in drawing 1 (a) - (b), the above-mentioned pixel substrate 11 and the opposite substrate 12 have the substrate 1 as a medium maintenance means (optical modulation layer maintenance means), and 2, respectively, and have the configuration in which a polarizing plate 6 and 7 are prepared in the field of the opposite side, respectively with the substrate 1 of these pairs and the outside of 2 (outside of the pixel substrate 11 and the opposite substrate 12), i.e., both [ these ] the substrates 1 and the opposed face of 2.

[0049]

One [ at least ] substrate has translucency among the substrates 1-2 of a top Norikazu pair. for example, consist of transparent substrates, such as a glass substrate, and among the substrates 1-2 of these pairs on an opposed face with the substrate 2 of another side in one substrate 1 it is shown in drawing 1 (a) - (b) -- as -- the above-mentioned substrate 1 -- abbreviation -- opposite arrangement of the electrode 4 which is an electric-field impression means for impressing parallel electric field (sideways electric field) to the above-mentioned medium layer 3, and 5 is carried out mutually.

[0050]

The above-mentioned electrode 4-5 consists of electrode materials, such as transparent electrode ingredients, such as ITO (indium stannic acid ghost), and is set, for example as the line breadth of 5 micrometers, the inter-electrode distance (electrode spacing) of 5 micrometers, and the thickness of 0.6 micrometers with the gestalt of this operation. However, line breadth, inter-electrode distance, and thickness are mere examples, and are not limited to the above-mentioned electrode material list by this. although it is not what is limited especially as an example of the above-mentioned electrode 4-5 if it is possible to carry out the optical modulation of the medium A of the medium layer 3 while impressing the above-mentioned medium layer 3 -- the above-mentioned substrate 1 -- abbreviation -- the electrode which impresses parallel electric field (sideways electric field) to the above-mentioned medium layer 3 is mentioned.

[0051]

Hereafter, drawing 2 is made reference and an example of the electrode structure of an electrode 4-5 is explained. Drawing 2 is drawing explaining the relation of the structure of an electrode 4-5 and the polarizing plate absorption shaft in the display device of operation of this invention.

[0052]

An electrode 4-5 is the Kushigata electrode by which opposite arrangement was carried out in the direction which gears mutually [ ctenidium partial 4a and 5a have a wedge-action-die configuration, and ]. A "wedge configuration" means the configuration where ctenidium partial 4a and 5a bent at an angle of [  $\alpha$  ] predetermined. Moreover, as shown in drawing 2 , a configuration with [ two or more ] a wedge-action-die configuration is sufficient as ctenidium partial 4a and 5a. Thus, a serration configuration is mentioned as an example of a configuration which has two or more wedge-action-die configurations.

[0053]

As for the "Kushigata electrode" here, two or more electrode (ctenidium part) 4a says the thing of the electrode elongated from one electrode (part for comb root) 4b in the predetermined direction to the longitudinal direction. Moreover, the thing of the configuration elongated while the ctenidium part bent by turns at the include angle  $\alpha$  in the direction which keeps away to the longitudinal direction of comb root part 4b, as it was indicated in drawing 2 as a "serration configuration" is said.

[0054]

As shown in drawing 2 , an electrode 4 consists of ctenidium partial 4a and comb root part 4b. Ctenidium partial 4a is elongated bending by turns in the direction which keeps away to the longitudinal direction of comb root part 4b. Moreover, ctenidium partial 4a has composition which serration unit 4e which serration component 4c and 4d of serration components constitute elongated continuously. This serration unit 4e is the configuration which bent so that serration component 4c and 4d of serration components might make the include angle of an include angle  $\alpha$ . And in ctenidium partial 4a of an electrode 4, it has composition elongated while bending by turns at equal intervals in the direction which keeps away to the longitudinal direction of comb root part 4b.

[0055]

Moreover, it has composition in which serration unit 5e which serration component 5c and 5d of serration components constitute elongated ctenidium partial 5a in an electrode 5 as well as ctenidium partial 4a in an electrode 4 continuously, and is the configuration that serration component 5c and 5d of serration components in serration unit 5e bent so that the include angle of an include angle  $\alpha$  might be made.

[0056]

As for the include angle  $\alpha$  in the above-mentioned electrodes 4 and 5, it is desirable that it is [ 90 degree ] less than \*\*10 degrees, it is more desirable that it is [ 90 degree ] less than \*\*5 times, and it is most desirable that it is 90 degrees.

[0057]

Moreover, as shown in drawing 2 , opposite arrangement of an electrode 4 and the electrode 5 is

carried out so that ctenidium partial 5a may gear with each ctenidium partial 4a. That is, opposite arrangement of an electrode 4 and the electrode 5 is carried out so that serration component 4c and 4d of serration components in ctenidium partial 4a may become parallel to serration component 5c and 5d of serration components in ctenidium partial 5a respectively. So, if an electrical potential difference is impressed to an electrode 4-5, two electric fields from which the electric-field impression direction differs mutually will be formed. That is, the electric field between serration component 4c and serration component 5c (electric-field impression direction 45c of drawing 2) and the electric field between 4d of serration components and 5d of serration components (the 45d of the electric-field impression directions of drawing 2) are formed.

[0058]

Moreover, the above-mentioned serration unit 4e and serration unit 5e can be said to be having the character type configuration of "\*" from the configuration. So, the above "a serration configuration" can say the character component of "\*" which corresponds per serration with it being the configuration elongated in the direction which keeps away to the longitudinal direction for a comb root. Moreover, "a ctenidium part is a serration configuration" can say a ctenidium part with it being the configuration of a zigzag line of having the character type configuration of "\*".

[0059]

Moreover, the above-mentioned serration unit 4e and serration unit 5e can be said to be having the configuration of the character of "v" from the configuration. So, the above "a serration configuration" can say the character component of "v" which corresponds per serration with it being the configuration elongated in the direction which keeps away to the longitudinal direction for a comb root. Moreover, "a ctenidium part is a serration configuration" can say a ctenidium part with it being the configuration of a zigzag line of having the character type configuration of "v".

[0060]

Moreover, as shown in drawing 2, electric-field impression direction 45c and the 45d of the electric-field impression directions are mutually perpendicular. For this reason, the medium (include angle of 90 degrees is made) domain where the direction of the optical anisotropy of Medium A intersects perpendicularly mutually exists, and it becomes possible in a display device to compensate mutually the phenomenon with a color of the slanting viewing angle in each medium domain, and to suit.

[0061]

Moreover, with the gestalt of this operation, polarizing plate absorption shaft 6a and 7a in each polarizing plate 6-7 are making the include angle of 45 degrees to electric-field impression direction 45 c.45d of the above-mentioned 2-way formed with an electrode 4-5 while the polarizing plate 6-7 prepared in both the substrates 1-2, respectively is arranged so that polarizing plate absorption shaft orientations may intersect perpendicularly mutually as shown in drawing 2.

[0062]

Thus, the electrode 4-5 prepared in the substrate 1 is formed so that the electric-field impression direction may turn into a 2-way at least. The medium domain where the directions of the optical anisotropy of Medium A differ exists in the medium layer 3 because the electric-field impression direction recognizes 2-way existence at least. For this reason, the effectiveness that an angle-of-visibility property improves in the above-mentioned display device is done so. moreover, the above — when the electrode 4-5 is formed so that the electric-field impression direction of a 2-way may become perpendicular mutually even if few, the medium (include angle of 90 degrees is made) domain where the direction of the optical anisotropy of Medium A intersects perpendicularly mutually exists. For this reason, in a display device, it becomes possible to compensate mutually the phenomenon with a color of the slanting viewing angle in each medium domain, and to suit. Therefore, the display device which can raise an angle-of-visibility property more can be realized, without spoiling permeability. Moreover, when being arranged so that the direction of the optical anisotropy of Medium A may intersect perpendicularly mutually and the include angle whose include angle with polarizing plate

absorption shaft 6a and 7a of the above-mentioned polarizing plate 6-7 is 45 degrees may be made, the compensating ratio of the coloring phenomenon of a slanting viewing angle can realize the display device which raises increase and an angle-of-visibility property further.

[0063]

Furthermore, the orientation film 8 (dielectric thin film) with which rubbing processing was performed is brought into an opposed face front face with the opposite substrate 12 in the opposed face top 11 with the substrate 2 in the above-mentioned substrate 1, i.e., the above-mentioned pixel substrate, all over an opposed face with the substrate 2 in the above-mentioned substrate 1, and is formed in it so that the above-mentioned electrode 4-5 may be covered.

[0064]

Moreover, the orientation film 9 (dielectric thin film) with which rubbing processing was performed is brought also into an opposed face front face with the pixel substrate 11 in the opposed face top 12 with the substrate 1 in the above-mentioned substrate 2, i.e., the above-mentioned opposite substrate, all over an opposed face with the substrate 1 in the above-mentioned substrate 2, and is formed in it.

[0065]

Level rubbing processing (level orientation processing) of substrate side inboard is performed for the orientation processing direction as the above-mentioned rubbing processing by the above-mentioned orientation film 8-9 so that the direction of rubbing may be in agreement with one of polarizing plate absorption shafts among absorption shaft 6a and 7a of the above-mentioned polarizing plate 6-7.

[0066]

In the display device concerning the gestalt of this operation, as shown in drawing 1 (b), when whenever [ orientation order ] goes up in the electric-field impression direction, optical anisotropy is discovered, and the medium layer 3 may function as a display device of the shutter mold from which permeability changes. Therefore, to the polarizing plate absorption shaft orientations which intersect perpendicularly mutually, the direction of an anisotropy gives the maximum permeability, when making the include angle of 45 degrees. In addition, permeability (P) when bearing which the optical anisotropy of Medium A discovers presupposes that it exists in the include angle of  $\theta$  (degree) at a polarizing plate absorption shaft, respectively permeability in case it estimates from  $P(\%) = \sin^2(2\theta)$  and Above  $\theta$  is 45 degrees — 100% — then If it is about 90% or more, since it will be sensed to human being's eyes that it has the maximum brightness, if Above  $\theta$  is  $35 < \theta < 55$  degrees, it will be sensed to have the maximum brightness to human being's eyes. That is, as shown in the gestalt of this operation, electric field can maximize permeability by the display device impressed to abbreviation parallel at a substrate 1 because polarizing plate absorption shaft orientations and the orientation processing direction [ in other words ] (the direction of rubbing) in level orientation processing make the include angle of 45 degrees most suitably less than  $\frac{1}{5}$  times 45 degrees less than  $\frac{1}{10}$  degrees 45 degrees to the electric-field impression direction by the above-mentioned electrode 4-5.

[0067]

With the gestalt of this operation, as shown in drawing 2, the polarizing plate 6-7 prepared in both the substrates 1-2, respectively is formed so that the include angle whose polarizing plate absorption shaft and electrode expanding direction of an electrode 4-5 (ctenidium partial 4a and 5a) in each polarizing plate 6-7 are 45 degrees may be made, while mutual polarizing plate absorption shaft orientations intersect perpendicularly.

[0068]

Therefore, in the above-mentioned display device, the electric-field impression direction by the above-mentioned electrode 4-5 is making the direction of rubbing of the orientation film 8-9, and the include angle of 45 degrees in the polarizing plate absorption shaft-orientations list of the above-mentioned polarizing plate 6-7.

[0069]

In the gestalt of this operation, the direction of rubbing in the above-mentioned orientation film 8-9 If it is clear and is in accordance with one polarizing plate absorption shaft of the above-

mentioned polarizing plates 6-7 as shown in drawing 2 You may be parallel (the mutual direction of orientation (processing) is parallel, and the sense is the same) mutually, and the anti-parallel of orientation (processing) (antiparallelism), i.e., the mutual direction, may be parallel, and the sense may be the contrary (reverse), and you may lie at right angles.

[0070]

The above-mentioned orientation film 8-9 used in the gestalt of this operation respectively you may be the organic film, and may be the inorganic film, the degree of the order of the orientation of the molecule 10 which constitutes the above-mentioned medium A is raised, and orientation of this molecule 10 is carried out towards desired — it can even make, if it carries out Although not limited especially, when the above-mentioned orientation film 8-9 is formed with an organic thin film, since a good orientation effect is shown, it is more desirable to use an organic thin film as the above-mentioned orientation film 8-9. Polyimide is extremely stable and reliable also in such an organic thin film, and since the extremely excellent orientation effect is shown, the display device which shows the better display engine performance to an orientation film ingredient by using polyimide can be offered.

[0071]

In addition, the commercial level orientation film can be used as the above-mentioned orientation film 8-9. Moreover, as the above-mentioned orientation film 8-9, since the orientation control is easy, you may have the functional group (it is hereafter described as an optical functional group) which has light-sensitive nature. Although a cinnamate system, a chalcone system, etc. which carry out a dimerization reaction, for example, the azo which carries out isomerization are mentioned as the above-mentioned optical functional group, this invention is not limited to this.

[0072]

When the above-mentioned orientation film 8-9 has an optical functional group, desired orientation processing can be easily performed by irradiating the ultraviolet rays which polarized (it being hereafter described as a polarization ultraviolet radiation exposure), and making above-mentioned pixel substrate 11 and opposite substrate 12 front face, i.e., the 8-orientation film 9 above-mentioned front face, discover orientation restraining force.

[0073]

The above-mentioned display device is formed by enclosing said medium A with lamination and its opening through spacers which are not illustrated, such as a plastics bead and a glass fiber spacer, if needed by the sealing compound which does not illustrate the above-mentioned pixel substrate 11 and the opposite substrate 12 for example.

[0074]

The above-mentioned medium A used for the gestalt of this operation is a medium from which optical anisotropy changes by impressing electric field. Although electric displacement  $D_{ij} = \epsilon_{ij} E_j$  will be produced if electric field  $E_j$  are added from the exterior into the matter, a slight change is then looked at by the dielectric constant ( $\epsilon_{ij}$ ). On the frequency of light, since the square of a refractive index ( $n$ ) is equivalent to a dielectric constant, the above-mentioned medium A can also be said to be the matter from which a refractive index changes by impression of electric field.

[0075]

Thus, unlike the liquid crystal display component for which, as for the display device concerning the gestalt of this operation, the refractive index of the matter displays using the phenomenon (electro-optical effect) of changing with external electric fields, and the molecule (the direction of orientation of a molecule) used rotating together by electric-field impression, the direction of optical anisotropy hardly changes, but displays by change (mainly electronic polarization and orientation polarization) of extent of the optical anisotropy.

[0076]

the time of no electric-field impressing, such as matter in which the Pockels effect or the Kerr effect is shown as the above-mentioned medium A, — optical — etc. — it is a direction (macroscopic — seeing — etc. — what is necessary is just a direction), and is the medium which discovers an optical modulation (it is desirable for a birefringence to go up especially by electric-field impression) by electric-field impression.

[0077]

In the state of no electrical-potential-difference impressing, in the state of electrical-potential-difference impression, the Pockels effect and the Kerr effect (in itself, observed in the state of an isotropic phase) are the electro-optical effects proportional to secondary [ of electric field / primary or secondary ], and since it is an isotropic phase, it is optically isotropic, but when a birefringence is discovered, they can modulate [ in the field to which electric field are impressed, the direction of a major axis of the molecule of a compound can carry out orientation of them in the direction of electric field, and ] permeability, respectively. For example, since each molecule arranged at random by in the case of the means of displaying using the matter in which the Kerr effect is shown impressing electric field and controlling the spin polarization of electron in one intramolecular rotates separately respectively and the sense is changed, a speed of response is very quick, and since the molecule has arranged disorderly, there is an advantage that there is no viewing-angle limit. In addition, what sees roughly among the above-mentioned media A, and is proportional to secondary [ of electric field / primary or secondary ] can be treated as matter in which the Pockels effect or the Kerr effect is shown.

[0078]

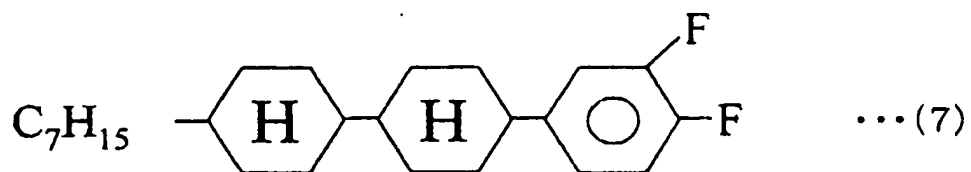
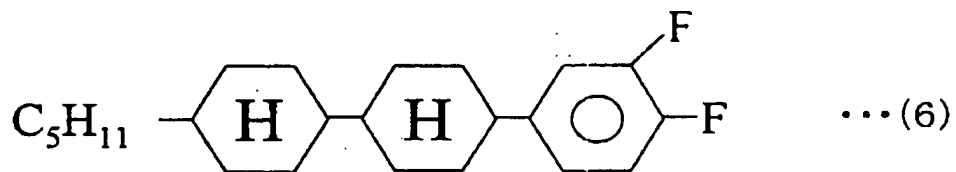
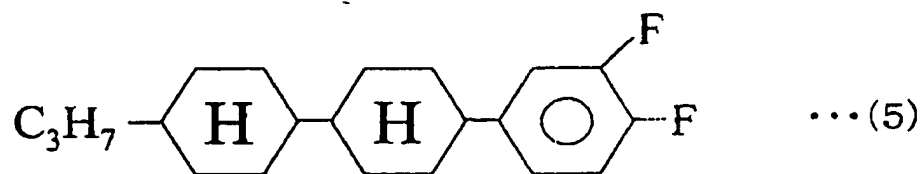
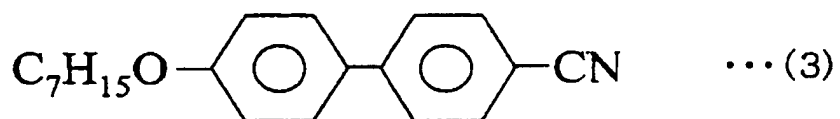
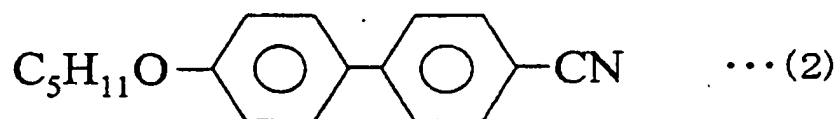
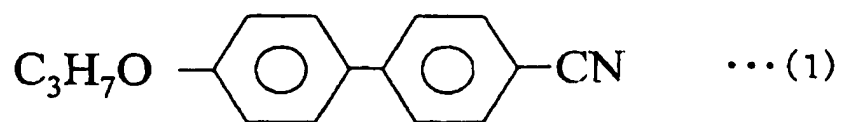
As matter in which the Pockels effect is shown, although organic solid materials, such as a hexamine, etc. are mentioned, it is not limited especially, for example. As the above-mentioned medium A, the various organic materials and inorganic material in which the Pockels effect is shown can be used.

[0079]

Moreover, as matter in which the Kerr effect is shown, it is following structure-expression (1) - (7).

[0080]

[Formula 1]



[0081]

Although it comes out and the liquid crystallinity matter shown is mentioned, it is not limited especially.

[0082]

The Kerr effect is observed in a transparent medium to incident light. For this reason, the matter in which the Kerr effect is shown is used as a transparent medium. Usually, the liquid crystallinity matter shifts to the isotropic phase which has random orientation with a molecular level from a liquid crystal phase with short-distance order in connection with a temperature rise. That is, the Kerr effect of the liquid crystallinity matter is a phenomenon looked at by the liquid of the isotropic phase condition beyond liquid crystal phase [ not a nematic phase but ]-isotropic phase temperature, and the above-mentioned liquid crystallinity matter is used as a transparent dielectric liquid.

[0083]

Dielectric liquids, such as liquid crystallinity matter, will be in an isotropic phase condition, so that the operating environment temperature (whenever [ stoving temperature ]) by heating is high. therefore, in using dielectric liquids, such as liquid crystallinity matter, as the above-mentioned medium In order to use this dielectric liquid in the state of a transparent liquid to transparence, i.e., the light For example, heating means, such as a heater which is not illustrated, are formed around (1) medium layer 3. May heat the above-mentioned dielectric liquid with this heating means beyond the clearing point, may use, and (2) By the thermal radiation from a back light, heat conduction (the above-mentioned back light and a circumference drive circuit function as a heating means in this case) from a back light and/or a circumference drive circuit, etc., the above-mentioned dielectric liquid may be heated beyond that clearing point, and may be used. Moreover, a sheet-like heater (heating means) may be pasted together as a heater to at least the (3) above-mentioned substrate 1 and one side of 2, and you may heat and use for predetermined temperature at them. Furthermore, in order to use the above-mentioned dielectric liquid in the state of transparence, the clearing point may use an ingredient lower than the operating-temperature-limits minimum of the above-mentioned display device.

[0084]

As for the above-mentioned medium A, it is desirable to include the liquid crystallinity matter, and when using the liquid crystallinity matter as the above-mentioned medium A, although it is the transparent liquid in which an isotropic phase is shown, it is macroscopically desirable [ this liquid crystallinity matter ] to include the cluster which is the molecule ensemble who has the short-distance order microscopically arranged in the fixed direction. In addition, since the above-mentioned liquid crystallinity matter is used in the transparent condition to the light, the above-mentioned cluster is also used in the transparent (directions [ target / optical ]) condition to the light. Moreover, the liquid crystallinity matter may show liquid crystallinity alone, by mixing two or more matter, liquid crystallinity may be shown and other non-liquid crystallinity matter may be mixed in these matter.

[0085]

For this reason, as mentioned above, the above-mentioned display device may perform temperature control using heating means, such as a heater, and The medium layer 3 may be divided and used for a subsegment using polymeric materials etc. The diameter of the above-mentioned liquid crystallinity matter being referred to as 0.1 micrometers or less etc. for example, the above-mentioned liquid crystallinity matter It may consider as the minute drop let which has a path smaller than the wavelength of light, and you may carry out by controlling dispersion of light using the liquid crystallinity compound in which it considers as a transparence condition or a transparent isotropic phase is shown at operating environment temperature (room temperature) etc. Dispersion of the diameter of the above-mentioned liquid crystallinity matter and light when the path (major axis) of a cluster is still smaller than 0.1 micrometers or less, i.e., the wavelength of light, (incident light wavelength) can be disregarded. For this reason, if the path of the above-mentioned cluster is 0.1 micrometers or less, for example, the above-mentioned cluster is also transparent to the light.

[0086]

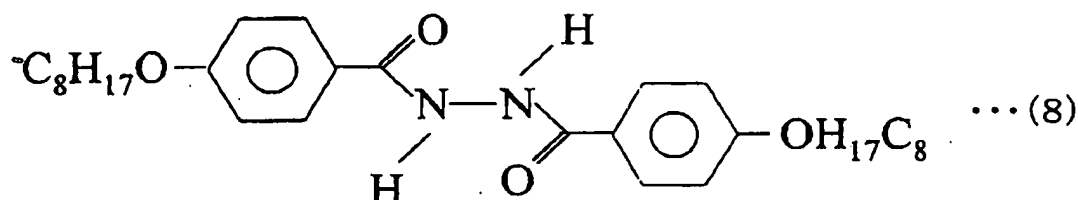
In addition, the above-mentioned medium A is not limited to the matter to which it is indicated that the Pockels effect or the Kerr effect mentioned above. For this reason, the above-mentioned medium A may have the order structure where the array of a molecule has the cubic



symmetry of the scale below the wavelength of light (for example, nano-scale), and you may have the cubic phase (1-3-nonpatent literature 6 reference) which looks isotropic optically. A cubic phase is the following structure expression (8), for example as liquid crystallinity matter in which it is one of the liquid crystal phases of the liquid crystallinity matter which can be used as the above-mentioned medium A, and a cubic phase is shown.

[0087]

[Formula 2]



[0088]

It comes out and the BABH8 grade shown is mentioned. If electric field are impressed to such liquid crystallinity matter, distortion will be given to the fine structure and it will become possible to carry out induction of the optical modulation.

[0089]

BABH8 shows the cubic phase which consists of order structure of having the cubic symmetry of the scale below the wavelength of light in a temperature requirement (136.7 degrees C or more and 161 degrees C or less). This BABH8 has the order structure below the wavelength of light, and a good black display can be performed to the bottom of a crossed Nicol in the above-mentioned temperature requirement by the optical isotropy being shown at the time of no electrical-potential-difference impressing.

[0090]

If an electrical potential difference is impressed between electrodes 4-5 (Kushigata electrode) on the other hand, controlling the temperature of the above BABH8 using the heating means described above, for example at 136.7 degrees C or more and 161 degrees C or less, distortion will arise in the structure (order structure) of having cubic symmetric property. That is, in the above-mentioned temperature requirement, the above BABH8 is isotropic in the state of no electrical-potential-difference impressing, and an anisotropy discovers it by electrical-potential-difference impression.

[0091]

Thereby, since a birefringence occurs in the above-mentioned medium layer 3, the above-mentioned display device can perform a good white display. In addition, the direction which a birefringence generates is fixed and the magnitude changes with electrical-potential-difference impression. moreover, the electrical-potential-difference permeability curve which shows the relation of the electrical potential difference and permeability which are impressed between electrodes 4-5 (Kushigata electrode) -- a temperature requirement (136.7 degrees C or more and 161 degrees C or less), about 20 [ i.e., ], -- it becomes the curve stabilized in the large temperature requirement K. For this reason, when the above BABH8 is used as the above-mentioned medium A, temperature control can be performed very easily. That is, since the medium layer 3 which consists of the above BABH8 is a stable phase thermally, rapid temperature dependence is not discovered and it is very easy temperature control.

[0092]

Moreover, filled up with the aggregate in which the liquid crystal molecule carried out orientation to the radial in the size below the wavelength of light as the above-mentioned medium A. It is also possible to realize a system which looks isotropic optically. A liquid crystal micro emulsion given [ as the technique ] in nonpatent literature 2, It is also possible to apply the technique of liquid crystal and a particle dispersed system (it is only described as a liquid crystal particle dispersed system into a solvent (liquid crystal) the mixed stock which made the particle

intermingled, and the following). If electric field are impressed to these, it is possible for distortion to be given to the aggregate of radial orientation and to carry out induction of the optical modulation.

[0093]

In addition, each these liquid crystallinity matter may show liquid crystallinity alone, by mixing two or more matter, liquid crystallinity may be shown and other non-liquid crystallinity matter may be mixed in these matter. Furthermore, the matter of a macromolecule and a liquid crystal dispersed system is also applicable. Moreover, a gelling agent may be added.

[0094]

Moreover, as the above-mentioned medium A, it is desirable to contain a polar molecule, for example, a nitrobenzene etc. is suitable as a medium A. In addition, a nitrobenzene is also a kind of the medium in which the Kerr effect is shown.

[0095]

Although an example of the gestalt of the matter which can be used for below as the above-mentioned medium A, or this matter is shown, this invention is not limited only to the following instantiation.

[0096]

[Smectic D phase (SmD)]

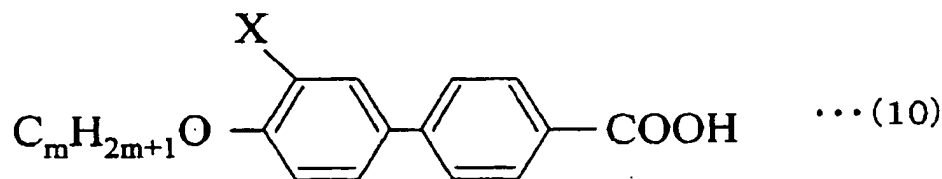
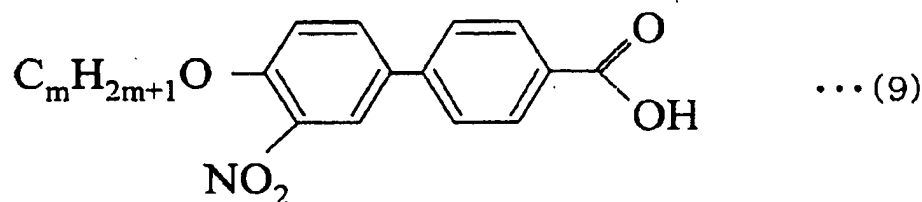
A smectic D phase (SmD) is one of the liquid crystal phases of the liquid crystallinity matter which can be used as the above-mentioned medium A, it has three dimensional grating structure and the lattice constant is below the wavelength of light. For this reason, a smectic D phase shows isotropy optically.

[0097]

As liquid crystallinity matter in which a smectic D phase is shown, it is given in nonpatent literature 1 or nonpatent literature 3 general formula [ following ] (9) - (10), for example.

[0098]

[Formula 3]



[0099]

It comes out and the ANBC16 grade expressed is mentioned. in addition, above-mentioned general formula (6) - (7) — setting — m — the integer of arbitration — in a general formula (6), m= 15 is shown in m= 16 and a general formula (7), and, specifically, X shows two -NO(s).

[0100]

In a 171.0 degrees C - 197.2 degrees C temperature requirement, a smectic D phase discovers the above ANBC16. The smectic D phase forms a three-dimensions-[ two or more molecules ] grid like a jungle gym (trademark), and the lattice constant is below optical wavelength. For this reason, a smectic D phase shows isotropy optically.

[0101]

Moreover, if ANBC16 impresses electric field to ANBC16 in the above-mentioned temperature field which shows a smectic D phase, since a dielectric anisotropy exists in the molecule of ANBC16 itself, a molecule arises in the direction of electric field, and distortion arises in grids structure as the other side. That is, optical anisotropy is discovered to ANBC16. In addition, if it is the matter in which not only ANBC16 but a smectic D phase is shown, it is applicable as a medium A of the display device concerning the gestalt of this operation.

[0102]

[Liquid crystal micro emulsion]

A liquid crystal micro emulsion is the generic name of the system (mixed stock) which permuted the oil child of an O/W mold micro emulsion (it is the system in which water was dissolved in the form of waterdrop with the surfactant, and an oil serves as a continuous phase into an oil) by the thermotropic liquid crystal molecule proposed in nonpatent literature 2.

[0103]

As an example of a liquid crystal micro emulsion, there is mixed stock of the pentyl cyano biphenyl (5CB) which is indicated by nonpatent literature 2 and which is the thermotropic liquid crystal in which a nematic liquid crystal phase is shown, and the water solution of the didodecyl ammonium star's picture (DDAB) which is the lyotropic (rye OTORO pick) liquid crystal in which an inverted micelle phase is shown, for example. This mixed stock has the structure expressed with a mimetic diagram as shown in drawing 3 and drawing 4.

[0104]

Moreover, the diameter of reversed micelle is [ the distance between 5nm (50A) extent and reversed micelle of this mixed stock ] 20nm (200A) extent typically. These scales are smaller than the wavelength of light about single figure. Moreover, reversed micelle exists in the three-dimensions space target at random, and 5CB(s) are carrying out orientation to the radial the core [ each reversed micelle ]. Therefore, this mixed stock shows isotropy optically.

[0105]

And if electric field are impressed to the medium which consists of this mixed stock, since a dielectric anisotropy exists in 5CB, the molecule itself considers as the other side in the direction of electric field. That is, an orientation anisotropy is discovered in the system which were directions [ target / optical ] since orientation was carried out to the radial the core [ reversed micelle ], and optical anisotropy is discovered in it. In addition, not only at the above-mentioned mixed stock but at the time of no electrical-potential-difference impressing, isotropy is shown optically, and if it is the liquid crystal micro emulsion which optical anisotropy discovers by electrical-potential-difference impression, it is applicable as a medium A of the display device concerning the gestalt of this operation.

[0106]

[Lyotropic liquid crystal]

The lyotropic (rye OTORO pick) liquid crystal which has a specific phase as a medium A is applicable. It seems that the main molecule which forms liquid crystal has melted into solvents (water, organic solvent, etc.) with other properties, and also a lyotropic liquid crystal means the liquid crystal of a component system. Moreover, the above-mentioned specific phase is a phase which shows isotropy optically at the time of no electric-field impressing. As such a specific phase, there are a micell phase indicated by nonpatent literature 4, a sponge phase, a cubic phase, and an inverted micelle phase, for example. The classification Fig. of a lyotropic liquid crystal phase is shown in drawing 5.

[0107]

There is matter which discovers a micell phase in the surfactant which is amphiphile. For example, a water solution of a sodium dodecyl sulfate, a water solution of a PAL thymine acid potassium, etc. which are an ionic surfactant form a spherical micell. Moreover, with the mixed liquor of the polyoxyethylene nonylphenyl ether and water which are a nonionic surfactant, when a nonylphenyl radical works as a hydrophobic group and an oxyethylene chain works as a hydrophilic group, a micell is formed. The water solution of a styrene-ethylene oxide block copolymer also forms a micell in others.

[0108]

For example, a molecule carries out packing (a molecular assembly is formed) of the spherical micell to a spatial omnidirection, and it shows the shape of a ball. Moreover, since the size of a spherical micell is below optical wavelength, in an optical wavelength field, it does not show an anisotropy but looks isotropic. However, if electric field are impressed to such a spherical micell, since a spherical micell is distorted, an anisotropy will be discovered. Therefore, the lyotropic liquid crystal which has a spherical micell phase is applicable as a medium A of this display device. In addition, even if it uses the micell phase of not only a spherical micell phase but other configurations, i.e., a string-like micell phase, an ellipse-like micell phase, and cylindrical micell equality as a medium A, the same effectiveness as abbreviation can be acquired.

[0109]

Moreover, generally it is known that the reversed micelle which the hydrophilic group and the hydrophobic group replaced depending on concentration, temperature, and the conditions of a surfactant will be formed. Such reversed micelle shows the same effectiveness as a micell optically. Therefore, effectiveness equivalent to the case where a micell phase is used is done so by applying an inverted micelle phase as a medium A. In addition, the liquid crystal micro emulsion mentioned above is an example of a lyotropic liquid crystal which has an inverted micelle phase (reversed micelle structure).

[0110]

Moreover, the concentration and the temperature field which show a sponge phase as shown in drawing 5, and a cubic phase exist in the water solution of the pentaethylene glycol-dodecylether which is a nonionic surfactant. Since such a sponge phase and a cubic phase have the order below optical wavelength, they are the transparent matter in an optical wavelength field. That is, the medium which consists of these phases shows isotropy optically. And if an electrical potential difference is impressed to the medium which consists of these phases, orientation order will change and optical anisotropy will be discovered. Therefore, the lyotropic liquid crystal which has a sponge phase and a cubic phase is applicable as a medium A of this display device.

[0111]

[Liquid crystal particle dispersed system]

Moreover, Medium A may be the liquid crystal particle dispersed system which made the latex particle of for example, diameter extent of 10nm (100A) which embellished the front face with the sulfuric-acid radical in the water solution of nonionic surfactant pentaethylene glycol-dodecylether intermingled. Although a sponge phase is discovered in the above-mentioned liquid crystal particle dispersed system, you may be the liquid crystal particle dispersed system which discovers the micell phase mentioned above, a cubic phase, an inverted micelle phase, etc. as a medium A used in the gestalt of this operation. In addition, the same oriented structure as the liquid crystal micro emulsion mentioned above can also be acquired by replacing with the above-mentioned latex particle and using said DDAB.

[0112]

[DIN DORIMA]

DIN DORIMA is the high branched polymer of the shape of three dimensions which has branching for every monomeric unit. Since DIN DORIMA has much branching, if it becomes the above molecular weight to some extent, it will serve as spherical structure. Since it has the order below optical wavelength, in an optical wavelength field, this spherical structure is the transparent matter, by electrical-potential-difference impression, orientation order changes and optical anisotropy discovers it. Therefore, DIN DORIMA is also applicable as a medium A of the display device concerning the gestalt of this operation. Moreover, the same oriented structure as the liquid crystal micro emulsion mentioned above can be acquired by replacing with DDAB in the liquid crystal micro emulsion mentioned above, and using above-mentioned DIN DORIMA. Thus, the obtained medium is also applicable as the above-mentioned medium A.

[0113]

[Cholesteric blue phase]

Moreover, a cholesteric blue phase is applicable as liquid crystallinity matter. In addition, the outline configuration of a cholesteric blue phase is shown in drawing 6.

[0114]

As shown in drawing 6, the cholesteric blue phase forms periodic structure in [ a screw axis ] three dimension, and it is known that the structure has high symmetric property (for example, nonpatent literature 6 reference). Since it has the order below optical wavelength, in an optical wavelength field, a cholesteric blue phase is the in general transparent matter, by electrical-potential-difference impression, orientation order changes and optical anisotropy discovers it. That is, in order that a cholesteric blue phase may show isotropy in general optically and a liquid crystal molecule may make it the other side in the direction of electric field by electric-field impression, a grid discovers distortion and an anisotropy. Therefore, a cholesteric blue phase is applicable as a medium A.

[0115]

In addition, as matter in which a cholesteric blue phase is shown, the constituent which mixes "JC1041" (a trade name, liquid crystal mixture by Chisso Corp.) 48.2% of the weight, and comes to mix "5CB" (a 4-cyano-4'-pentyl biphenyl, nematic liquid crystal) a chiral agent "ZLI-4572" (a trade name, Merck Co. make) at 4.4% of the weight of a rate 47.4% of the weight is known, for example. This constituent shows a cholesteric blue phase in the temperature requirement of 330.7K to 331.8K.

[0116]

[Smectic blue phase]

Moreover, a smectic blue phase is applicable as liquid crystallinity matter. In addition, the outline configuration of a smectic blue phase is shown in drawing 6.

[0117]

As shown in drawing 6, the smectic blue (BPSm) phase has the structure of high symmetric property like the KOSUTE rucksack blue phase (for example, refer to nonpatent literature 5 and 6 grade). Moreover, since it has the order below optical wavelength, in an optical wavelength field, orientation order changes and optical anisotropy is discovered [ it is the in general transparent matter, and ] with electrical-potential-difference impression. That is, in order that a smectic blue phase may show isotropy in general optically and a liquid crystal molecule may make it the other side in the direction of electric field by electric-field impression, a grid discovers distortion and an anisotropy. Therefore, a smectic blue phase is applicable as a medium A.

[0118]

In addition, as matter in which a smectic blue phase is shown, FH/FH/HH-14BTMHC indicated by nonpatent literature 5 is mentioned, for example. By 74.4 degrees C - 73.2 degrees C, this matter shows BPSm2 phase at a BPSm three phase circuit and 73.2 degrees C - 72.3 degrees C, and shows a BPSm plane 1 at 72.3 degrees C - 72.1 degrees C. Since a BPSm phase has the structure of high symmetric property as shown in nonpatent literature 6, the optical isotropy is shown in general. Moreover, if electric field are impressed to matter FH/FH/HH-14BTMHC, when a liquid crystal molecule considers as the other side in the direction of electric field, as for distortion and this matter, a grid will discover an anisotropy. Therefore, this matter can be used as a medium A of the display device concerning the gestalt of this operation.

[0119]

As mentioned above, the matter which can be used as a medium A in the display device concerning the gestalt of this operation That what is necessary is just that from which optical anisotropy (whenever [ refractive-index and orientation order ]) changes with impression of electric field You may be what consists of a molecule in which it is shown any of a cubic phase and smectic D phase, a cholesteric blue phase, and a smectic blue phase they are. You may be the lyotropic liquid crystal or liquid crystal particle dispersed system which shows any of a micell phase, an inverted micelle phase, a sponge phase, and a cubic phase they are. Moreover, the above-mentioned medium A may be a liquid crystal micro emulsion, DIN DORIMA (DIN DORIMA molecule) and an amphipatic molecule, a copolymer, or polar molecules other than the above.

[0120]

Moreover, as for the above-mentioned medium, it is desirable to have the order structure below the wavelength of light (orientation order) not only at the liquid crystallinity matter but at the

time of electrical-potential-difference impression. If order structure is below the wavelength of light, isotropy is shown optically. Therefore, the display condition at the time of no electrical-potential-difference impressing and electrical-potential-difference impression can certainly be changed by using the medium by which order structure becomes below the wavelength of light at the time of electrical-potential-difference impression.

[0121]

The medium A of this invention contains the chiral agent further. A chiral agent can be mutually twisted with the molecule which adjoins in the liquid crystallinity matter, and takes structure. And the energy of the interaction between the molecules in the liquid crystallinity matter becomes low, the liquid crystallinity matter can be twisted spontaneously, and takes structure, and structure stabilizes it. So, near the isotropic phase-liquid crystal phase phase transition temperature, a rapid structural change does not take place, but the liquid crystal phase which has the optical isotropy is discovered, and the medium A containing a chiral agent does the effectiveness of reducing phase transition temperature. As such a chiral agent, ZLI-4572 (Merck Co. make), C15 (Merck Co. make), CN (Merck Co. make), CB15 (Merck Co. make), etc. are mentioned, for example. However, it is not limited to these.

[0122]

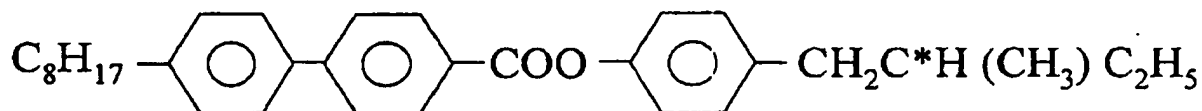
Although the concentration of the chiral agent in the above-mentioned medium A is not especially limited if it is the concentration which can stabilize the structure of the liquid crystallinity matter in Medium A, its 1 - 15 % of the weight is desirable, and especially its 3 - 10 % of the weight is desirable, for example. However, the concentration of the chiral agent in Medium A can be suitably set up according to the class of chiral agent, the configuration of a display device, or a design.

[0123]

In addition, in this invention, you may be Medium A from the chiral matter with which the medium A itself has chiral nature (activity optically) instead of what added the chiral agent. In this case, since activity optically, the medium A itself is twisted spontaneously, and Medium A takes structure, and will be in a stable condition. As chiral matter which has chiral nature, what is necessary is just the compound which has optical-activity carbon in a molecule. Specifically, it is the following structure expression (11).

[0124]

[Formula 4]



... (11)

[0125]

It can come out and the 4-(2-methylbutyl) phenyl-4'-octyl biphenyl-4-carboxylate (abbreviated name: 8SI\*) expressed can be mentioned. Namely, what is necessary is just activity [ that the medium A of this invention should just be what has chiral nature ] optically.

[0126]

Since this twist structure is filling space isotropic here when the electrical potential difference is not impressed as shown in drawing 7 (a), a display device is isotropy optically. On the other hand, if an electrical potential difference is impressed as shown in drawing 7 (b), the direction of a major axis of a molecule will come to be suitable in the direction of electric field gradually. According to this, twist structure also comes loose. That is, by impression of an electrical potential difference, the structure changes and this produces optical anisotropy.

[0127]

Thus, Medium A takes twist structure by adding a chiral agent to Medium A, or using the chiral matter for it as a medium A. Consequently, a Kerr constant seldom changes but the stability of the Kerr effect increases. In addition, Medium A can carry out induction of the twist structure of a left twist or a right twist either by adding a chiral agent. In this case, it becomes possible to raise permeability more.

[0128]

Next, the display principle in the display device concerning the gestalt of this operation is explained below with reference to drawing 1 (a) - (b) drawing 7 (a) - (c) and drawing 8 (a) - (g). In addition, although the case where mainly use the display device of a transparency mold as the above-mentioned display device in the following explanation, and the method of \*\* and the matter which is a method of \*\* suitably and optical anisotropy discovers by electric-field impression are used mostly optically at the time of no electric-field impressing shall be mentioned as an example and it shall explain, this invention is not limited to this.

[0129]

Drawing 7 (a) is the important section top view showing typically the configuration of the display device concerning the gestalt of this operation in electric-field the condition of not impressing (OFF condition), and drawing 7 (b) is the important section top view showing typically the configuration of the above-mentioned display device in an electrical-potential-difference impression condition (ON condition). In addition, the configuration in 1 pixel [ in / in drawing 7 (a) - (b) / the above-mentioned display device ] shall be shown, and illustration is omitted about the configuration of the expedient top of explanation, and the opposite substrate 12. in addition, as the above-mentioned electrode 4-5, it was shown in drawing 2 -- as -- the Kushigata electrode -- you may be -- the above-mentioned substrate 1-2 -- abbreviation -- if there are even some which can impress parallel electric field, it will not be limited especially.

[0130]

Drawing 7 (c) is a graph which shows the relation of the applied voltage and the permeability in the display device shown in drawing 7 (a) - (b). Furthermore, drawing 8 (a) - (g) The difference in the display principle of the display device which displays using change of the optical anisotropy by impression of electric field, and the conventional liquid crystal display component It is the sectional view typically shown in the configuration (the configuration of the cut end of an index ellipsoid shows) and its direction of a main shaft of an average index ellipsoid of the medium at the time of no electrical-potential-difference impressing and electrical-potential-difference impression (OFF condition) (ON condition). Drawing 8 (a) The sectional view at the time (OFF condition) of no electrical-potential-difference impressing [ of the display device as which - (g) displays it on order using change of the optical anisotropy by impression of electric field ], The sectional view at the time of electrical-potential-difference impression of this display device (ON condition), the sectional view at the time of no electrical-potential-difference impressing [ of the liquid crystal display component of TN (Twisted Nematic) method ], The sectional view at the time of electrical-potential-difference impression of the liquid crystal display component of this TN method, the sectional view at the time of no electrical-potential-difference impressing [ of the liquid crystal display component of VA (Vertical Alignment) method ], The sectional view at the time of electrical-potential-difference impression of the liquid crystal display component of this VA method, the sectional view at the time of no electrical-potential-difference impressing [ of the liquid crystal display component of an IPS (In Plane Switching) method ], and the sectional view at the time of electrical-potential-difference impression of the liquid crystal display component of this IPS method are shown.

[0131]

Generally, the refractive index in the matter is not isotropic and changes with directions. the direction (substrate side inboard) where the anisotropy of this refractive index is parallel to a substrate side -- and the opposite direction of two electrodes 4-5, a direction (the direction of a substrate normal) perpendicular to a substrate side, and a direction (substrate side inboard) parallel to a substrate side -- and -- if a direction perpendicular to the opposite direction of two electrodes 4-5 is made into x, y, and the direction of z, respectively -- the rectangular coordinate system (X1, X2, X3) of arbitration -- using -- the following relational expression (1)

[0132]

[Equation 1]

$$\sum_{ij} \left( \frac{1}{n_{ij}^2} \right) X_i X_j = 1 \quad \cdots (1)$$

[0133]

(2  $n_{ji}=n_{ij}$ ,  $i, j= 1, 3$ )

It comes out and is shown by the ellipsoid (index ellipsoid) expressed. Here, when the above-mentioned relational expression (1) is rewritten using the system of coordinates (Y1, Y2, Y3) of the direction of a main shaft of an ellipsoid, it is the following relational expression (2).

[0134]

[Equation 2]

$$\frac{Y_1^2}{n_1^2} + \frac{Y_2^2}{n_2^2} + \frac{Y_3^2}{n_3^2} = 1 \quad \cdots (2)$$

[0135]

It is come out and shown.  $n_1$ ,  $n_2$ , and  $n_3$  (it is hereafter described as  $n_x$ ,  $n_y$ , and  $n_z$ ) are called the principal indices of refraction, and they are equivalent to the one half of the die length of three main shafts in an ellipsoid. Considering the light wave which advances in the direction perpendicular to the field of  $Y_3=0$  from a zero, this light wave has a polarization component in the direction of  $Y_1$  and  $Y_2$ , and the refractive indexes of each component are  $n_x$  and  $n_y$ , respectively. the light which generally advances in the direction of arbitration -- receiving -- a zero -- a passage -- a field perpendicular to the travelling direction of a light wave -- an index ellipsoid -- it is considered a cut end, and the direction of a main shaft of this ellipse is the direction of a component of polarization of a light wave, and the one half of the die length of a main shaft is equivalent to the refractive index of that direction.

[0136]

First, about the difference of a display principle with the display device which displays using change of the optical anisotropy by impression of electric field, and the conventional liquid crystal display component, as a conventional liquid crystal display component, TN method, VA method, and an IPS method are held for an example, and are explained.

[0137]

Drawing 8 (c) As shown in - (d), the liquid crystal display component of TN method The liquid crystal layer 105 is pinched between the substrates 101.102 of the pair by which opposite arrangement was carried out. Although it has the configuration in which the transparent electrode 103-104 (electrode) is formed on both the above-mentioned substrates 101-102, respectively, and the direction of a major axis of the liquid crystal molecule in the liquid crystal layer 105 is twisted spirally and orientation is carried out at the time of no electrical-potential-difference impressing At the time of electrical-potential-difference impression, the direction of a major axis of the above-mentioned liquid crystal molecule carries out orientation along the direction of electric field. In this case, as are shown in drawing 8 (c) at the time of no electrical-potential-difference impressing, and average index ellipsoid 105a which can be set turns to the direction (substrate side inboard) where that direction of a main shaft (the direction of a major axis) is parallel to a substrate side and shows it to drawing 8 (d) at the time of electrical-



potential-difference impression, that direction of a main shaft turns to the direction of a substrate side normal. That is, the direction of a main shaft changes in the time of no electrical-potential-difference impressing and electrical-potential-difference impression, without the configuration of index ellipsoid 105a changing (index ellipsoid 105a rotates).

[0138]

As shown in - (f), as for the liquid crystal display component of VA method, the liquid crystal layer 205 is pinched between the drawing 8 (e) substrates 201, 202 of the pair by which opposite arrangement was carried out. the direction of a major axis of a liquid crystal molecule [ in / it has the configuration equipped with the transparent electrode (electrode) 203-204 on both the above-mentioned substrates 201-202, respectively, and / in the time of no electrical-potential-difference impressing / the liquid crystal layer 205 ] -- a substrate side -- receiving -- abbreviation, although orientation is carried out in the perpendicular direction. At the time of electrical-potential-difference impression, the direction of a major axis of the above-mentioned liquid crystal molecule carries out orientation in the direction perpendicular to electric field. In this case, at the time of no electrical-potential-difference impressing, average index ellipsoid 205a which can be set turns to the direction (substrate side inboard) where that direction of a main shaft is parallel to a substrate side at the time of electrical-potential-difference impression, as are shown in drawing 8 (e), and that direction of a main shaft (the direction of a major axis) turns to the direction of a substrate side normal and shows drawing 8 (f). That is, in the case of the liquid crystal display component of VA method as well as the liquid crystal display component of TN method, the direction of a main shaft changes in the time of no electrical-potential-difference impressing and electrical-potential-difference impression, without the configuration of index ellipsoid 205a changing (index ellipsoid 205a rotates).

[0139]

Moreover, as the liquid crystal display component of an IPS method is shown in drawing 8 (f) - (g) By an electrical potential difference being impressed to the liquid crystal layer by which one pair of electrodes 302-303 were pinched between the opposite substrates which have the configuration by which opposite arrangement was carried out and are not illustrated with the above-mentioned electrode 302-303 on the same substrate 301. The direction of orientation of the liquid crystal molecule in the above-mentioned liquid crystal layer (the direction of a main shaft of index ellipsoid 305a (the direction of a major axis)) can be changed, and a display condition which is different in the time of no electrical-potential-difference impressing and electrical-potential-difference impression can be realized now. That is, the direction of a main shaft changes in the time of the electrical-potential-difference impression which is shown at the time of no electrical-potential-difference impressing [ which is shown like the liquid crystal display component of TN method and VA method at drawing 8 (f) ], and drawing 8 (g) also in the case of the liquid crystal display component of an IPS method, without the configuration of index ellipsoid 305a changing (index ellipsoid 305a rotates).

[0140]

Thus, the liquid crystal molecule is carrying out orientation in a certain direction also in the time of no electrical-potential-difference impressing, and it is expressing as the conventional liquid crystal display component by changing the direction of orientation by impressing an electrical potential difference (modulation of permeability). That is, although the configuration of an index ellipsoid does not change, it shows using the direction of a main shaft of an index ellipsoid rotating by electrical-potential-difference impression (change). That is, whenever [ orientation order / of a liquid crystal molecule ] is fixed, and expresses as the conventional liquid crystal display component by changing the direction of orientation (modulation of permeability).

[0141]

On the other hand, the display devices also including the display device concerning the gestalt of this operation which display using change of the optical anisotropy by impression of electric field Drawing 8 (a) As shown in - (b), the configurations of index ellipsoid 3a at the time of no electrical-potential-difference impressing are directions [ globular shape /, i.e., an optical target etc., ] (whenever [  $n_x=n_y=n_z$  and orientation order ] = 0), and an anisotropy ( $n_x>n_y$  and orientation order whenever  $>0$ ) discovers them by impressing an electrical potential difference.

in addition, the above  $n_x$ ,  $n_y$ , and  $n_z$  — a direction (substrate side inboard) respectively parallel to a substrate side — and a direction (substrate side inboard) parallel to the principal indices of refraction of the opposite direction of two electrodes 4-5, the principal indices of refraction of a direction (the direction of a substrate normal) perpendicular to a substrate side, and a substrate side — and the principal indices of refraction of a direction perpendicular to the opposite direction of two electrodes 4-5 are expressed.

[0142]

Thus, the display device concerning the gestalt of this operation displays, when the direction of optical anisotropy modulates for example, whenever [ orientation order ] by regularity (the electrical-potential-difference impression direction does not change), and display principles differ greatly as the conventional liquid crystal display component.

[0143]

In the condition that the display device concerning the gestalt of this operation is not impressing the electrical potential difference to an electrode 4 and 5 as shown in drawing 1 (a), the medium A (medium layer 3) enclosed between substrate 1 and 2 shows an isotropic phase. Moreover, Medium A has taken twist structure, and since this twist structure is filling space isotropic and it serves as a method of \*\* also optically, it becomes a black display.

[0144]

On the other hand, since orientation is carried out so that each molecule 10 of the above-mentioned medium A may meet the electric field by which the direction of a major axis is formed between the above-mentioned electrode 4 and 5 and twist structure also comes loose if an electrical potential difference is impressed to an electrode 4 and 5 as shown in drawing 1 (b), a birefringence phenomenon is discovered. According to this birefringence phenomenon, the permeability of a display device can be modulated according to the electrical potential difference between electrodes 4-5.

[0145]

In addition, although an electrical potential difference required in order to modulate the permeability of a display device in temperature sufficiently far from phase transition temperature (transition point) becomes large, immediately, at temperature right above, it is an electrical potential difference before and behind 0. - 100V, and the thing of the transition point for which permeability is fully modulated becomes possible.

[0146]

For example, when the refractive index of the direction of electric field and the refractive index of a direction perpendicular to the direction of electric field are made into  $n//$  and  $n^{**}$ , respectively, the relation between birefringence change ( $\Delta n = n// - n^{**}$ ), and the external electric field (V/m)  $E$ , i.e., electric field, is the following relational expression (3).  

$$\Delta n = \lambda B_k E^2 \quad (3)$$

It is come out and expressed. In addition,  $\lambda$  is [ a Kerr constant ( $m/V^2$ ) and  $E$  of the wavelength (m) of the incident light in the inside of a vacuum and  $B_k$  ] impression field strength (V/m).

[0147]

Though decreasing with the function proportional to  $1/(T - T_{ni})$  is known with the rise of temperature ( $T$ ) and Kerr constant  $B$  can be driven with weak field strength near the transition point ( $T_{ni}$ ), while temperature ( $T$ ) rises, rapidly required field strength increases. for this reason — although an electrical potential difference required in order to modulate permeability becomes large at temperature (temperature higher enough than the transition point) sufficiently far from the transition point — the temperature of phase transition right above — about 100 — permeability can fully be modulated on V or less electrical potential difference.

[0148]

However, when displaying by modulating whenever [ orientation order ] as a result of the invention-in-this-application person's examination, it turned out that contrast may fall depending on the case.

[0149]

According to an invention-in-this-application person's etc. examination, the following two factors

are mentioned as a factor to which contrast falls.

[0150]

When a power source is first supplied to one in the display equipped with the conventional display device or this conventional \*\*\*\*\* which used for the display medium the medium A which optical anisotropy discovers by impression of electric field, and ambient temperature is low, the above-mentioned medium A does not reach the temperature which should be driven essentially, but it is mentioned that the physical condition of Medium A may differ from the condition that it should have essentially at the time of a component drive. For example, when the above-mentioned medium A must drive essentially in the state of the isotropic phase of the phase-transition-temperature right above of a nematic-isotropic phase, it may be a low-temperature nematic state from the above-mentioned phase transition temperature at the power up. In this case, non-electric-field impression also has optical anisotropy, and if nematic, light is made penetrated by that optical anisotropy, when isotropic state must attain a black display essentially in the state of no electric-field impressing. Therefore, a good black display becomes impossible to such a case, and contrast will fall to it. Of course, although a display device can be overheated according to a heater or the light source (back light) and a good display can be obtained, it is not easy to raise temperature and to stabilize it in an instant.

[0151]

It is mentioned that there is a case where it becomes impossible to realize an optically isotropic condition since another will be firmly adsorbed in the molecule 10 which constitutes Medium A from a substrate interface, especially substrate 1 interface with a substrate 1 even if the above-mentioned medium A (display medium) has realized the optically isotropic condition in the field distant from the substrate interface. For example, when making it drive at the temperature of phase-transition-temperature right above 0.1K of a nematic-isotropic phase, near the substrate interface is a nematic state.

[0152]

Anyway, near a substrate interface, there is a problem which differs from the bulk field where the physical condition of the above-mentioned medium A separated from the substrate interface in the interior of a cell unlike the condition that it should have essentially at the time of a component drive by the absorption phenomenon that the phenomenon which light penetrates by the medium A near the substrate interface at the time of a black display will occur, consequently contrast will fall.

[0153]

The point that a nematic liquid crystal phase deposits at the temperature of under the transition point also by the display device concerning the gestalt of this operation is the same as that of the above-mentioned conventional display device. However, according to the display device concerning the gestalt of this operation, ambient temperature is lower than the above-mentioned transition point to a power up, for example. When Medium A has not reached the temperature which should be driven essentially, the nematic liquid crystal phase which deposited In this case, the direction of orientation (processing) in the above-mentioned orientation film 8-9, and in order to carry out orientation to polarizing plate absorption shaft orientations, there is no optical contribution by the above-mentioned nematic liquid crystal phase, i.e., the medium by which physical condition differs from the condition at the time of an original drive. Consequently, it was also able to set, by the time the temperature of a display device rose with the heater and the back light, and the good black display was able to be realized.

[0154]

Namely, even if an optical anisotropy is discovered at the time of no electrical-potential-difference impressing according to the gestalt of this operation Level orientation processing of the direction which is parallel or intersects perpendicularly with one polarizing plate absorption shaft is performed to the mutual opposite front face in the above-mentioned pixel substrate 11 and the opposite substrate 2. The optical contribution can be vanished by carrying out in the direction which is parallel or intersects perpendicularly with the above-mentioned polarizing plate absorption shaft, the direction of orientation, i.e., direction, of the optical anisotropy. That is, in the gestalt of this operation, by level orientation processing being performed to the mutual

opposed face front face in the above-mentioned pixel substrate 11 and the opposite substrate 12, Medium A and the molecule 10 which constitutes this medium A strictly of a substrate interface are the temperature of under component drive temperature, and carries out orientation along the direction of orientation (processing) in the above-mentioned orientation processing.

[0155]

Moreover, according to the display device concerning the gestalt of this operation, even if it arrived at the desired drive temperature field, the leakage of the light at the time of the black display by the molecule which stuck to the substrate interface was not observed, but was able to realize high contrast. Consequently, the display device which contrast did not fall and was excellent in high-speed responsibility and an angle-of-visibility property was able to be obtained.

[0156]

In addition, although it is desirable that they are a rectangular cross, parallel, or anti-parallel as for the mutual direction of rubbing in the above-mentioned substrate 1-2 as described above, it is more desirably at parallel or the time of anti-parallel. While performing level orientation processing to both the above-mentioned substrates 1-2, by considering the mutual direction of level orientation as parallel or anti-parallel, contrast could be maximized, consequently black brightness was able to be made smaller.

[0157]

In addition, with the gestalt of this operation, although rubbing processing was performed in the formation list of the orientation film 8-9 to both the substrates 1-2 (the pixel substrate 11 and opposite substrate 12), the above-mentioned effectiveness can be acquired, even if it is the case where rubbing processing is performed only to one substrate. In this case, it is got blocked when the above-mentioned orientation film 8-9 is formed in both the substrates 1-2. Although the effectiveness of a like is not acquired when orientation processing is performed to both the substrates 1-2, if the orientation film (orientation film 9) is formed only in the substrate 2 of the opposite side in the substrate 1 in which the electrode 4-5 was formed A practical merit is large, without the voltage drop originating in the orientation film 8 by the side of a substrate 1 not occurring, but the driver voltage of a component going up. Moreover, even if it became desired drive temperature, it did not generate but the optical leakage by the molecule which stuck to the substrate interface was able to acquire high contrast. Moreover, even if it became desired drive temperature, it did not generate but the optical leakage by the molecule which stuck to the substrate interface was able to acquire high contrast.

[0158]

In addition, although the display device of a transparency mold was mentioned as the example and the gestalt of this operation mainly explained it, this invention is not limited to this and is good also as a display device of a reflective mold.

[0159]

Although this invention is explained below at a detail based on an example and the example of a comparison, this invention is not limited to this.

[0160]

[Example 1]

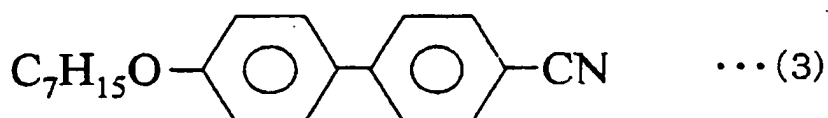
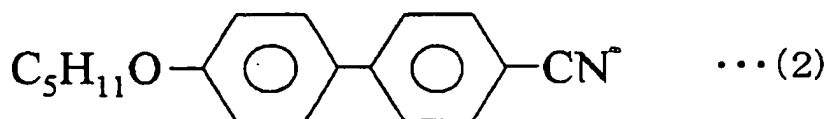
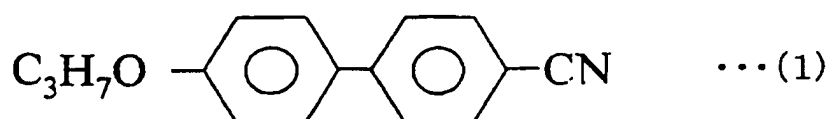
The following explanation indicates the display device concerning the gestalt of this operation which contains a chiral agent in a medium. Moreover, as [an example of a comparison], the display device which does not contain a chiral agent in a medium is indicated.

[0161]

As a display device of a configuration of being shown in drawing 1, ITO was used as electrodes 4 and 5. It considered as the line breadth of 5 micrometers, the inter-electrode distance of 5 micrometers, and the thickness of 0.6 micrometers of an electrode, and as mentioned above, specifically, the electrode which has the wedge-action-die structure of making less than  $\sim 10$  degrees 90 degrees formed in the shape of a ctenidium on the substrate front face. The glass substrate was used for the substrate. Moreover, as a medium, it is structure-expression (1) - (3).

[0162]

[Formula 5]



[0163]

The mixture which came out and mixed the compound shown equivalent [ every ] was used, and what added the chiral agent "ZLI-4572" (a trade name, Merck Co. make) 7% of the weight into this mixture further was used.

[0164]

The thickness (namely, distance between substrates 1 and 2) of the medium layer 3 could be 10 micrometers. Furthermore, the polarizing plate has been arranged in the outside of both above-mentioned glass substrates, and the orientation film which consists of polyimide was formed inside both above-mentioned glass substrates. Level rubbing processing was beforehand performed to the orientation film.

[0165]

the exterior — warming — equipment (heating means) maintained the above-mentioned mixture (medium) at the temperature near right above [ of a pneumatic-isotropic phase / phase transition ], and electrical-potential-difference impression was performed. Isotropic phase-liquid crystal phase phase transition temperature was 63 degrees C. Moreover, the maximum permeability was obtained by 49V and the electrical-potential-difference retention one month after display device creation was 98%.

[0166]

[The example of a comparison]

5CB(s) (90wt%) which are nematic liquid crystals as a medium, and the 1 and 4-JI (4-(6-acryloyloxy) hexyloxy) benzoyloxy-2-methylbenzene (10wt%) which is a polymerization nature monomer — mixing — as a polymerization initiator — IRGACURE (Ciba Specialty Chemicals make) — a polymerization nature monomer — receiving — 0.5wt(s)% — it added and mixture was prepared. After pouring in this mixture between two glass substrates, about 365nm ultraviolet rays were irradiated using the high-pressure mercury lamp in the state of the isotropic phase, and the display device was created.

[0167]

the exterior — warming — equipment maintained the above-mentioned mixture at the temperature near right above [ nematic-isotropic phase phase transition ], and electrical-potential-difference impression was performed. Isotropic phase-liquid crystal phase phase transition temperature was 28 degrees C. Moreover, the maximum permeability was obtained by 66V and the electrical-potential-difference retention one month after display device creation was 89%.

[0168]

The medium used for the display device concerning this invention from the above-mentioned result is understood that the applied voltage from which the maximum permeability is obtained is smaller than the example of a comparison. That is, the medium whose stability of the Kerr effect improved is realizable by adding a chiral agent to a medium.

[0169]

That is, in the example of a comparison, an unreacted polymerization nature monomer and an unreacted polymerization initiator will remain in the polymerization process of a monomer. For this reason, while raising the stability of the Kerr effect by using a polymerization nature monomer as Mitsunobu putting and a mesh-like macromolecule, the residual object has worsened the electrical-potential-difference retention of liquid crystal.

[0170]

On the other hand, the chiral agent is added in this example 1. For this reason, a medium is twisted spontaneously, structure is taken and, as a result, the Kerr effect is also stabilized. Moreover, since it is not necessary to stabilize with a macromolecule etc., the cause of worsening the electrical-potential-difference retention of liquid crystal, such as a residual object, can be eliminated. That is, the problem of dependability is solvable. Furthermore, in the example of a comparison, to the ultraviolet radiation exposure process for photopolymerization being indispensable, the need does not exist and the problem on manufacture can also be solved to coincidence by this example 1.

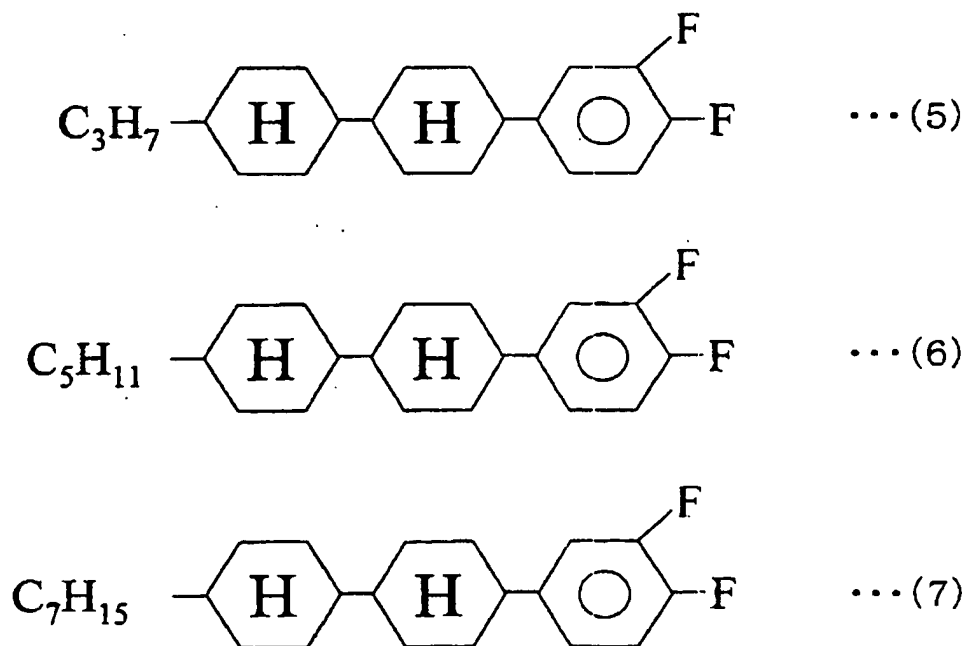
[0171]

[Example 2]

At this example, it is structure-expression (5) - (7) as a medium.

[0172]

[Formula 6]



[0173]

Except having used the mixture which came out and mixed the compound shown, the same things as an example 1 also including a chiral agent were used. In addition, the mixed rate of the compound shown in above-mentioned structure-expression (5) - (7) made 30wt(s)% the compound which shows the compound which shows the compound shown in a structure expression (5) in a structure expression (6) 30wt(s)% in a structure expression (7) 40wt(s)%.

[0174]

Although the medium which consists of a compound which has a forward dielectric anisotropy was used in the example 1, the medium which consists of a compound which has a negative dielectric anisotropy is used in this example. Even if it was this case, the same effectiveness as the above-mentioned example 1 was able to be acquired. That is, in this invention, not only the medium that has a forward dielectric anisotropy but the medium which has a negative dielectric anisotropy can be used.

[0175]

Modification various in the range which it is not limited to the operation gestalt mentioned above, and was shown in the claim is possible for this invention. That is, it is contained in the technical range of this invention also about the operation gestalt acquired combining the technical means changed suitably in the range shown in the claim.

[Availability on industry]

[0176]

The display device of this invention is a display device excellent in the wide-field-of-view angle property and the high-speed response characteristic, for example, can be widely applied to the image display device with which information terminals, such as OA equipment, such as image display devices, such as television and a monitor, a word processor (word processor), and a personal computer, or a video camera, a digital camera, and a cellular phone, etc. are equipped. Moreover, since the display device of this invention has a wide-field-of-view angle property and a high-speed response characteristic, and can reduce liquid crystal phase-isotropic phase transition temperature, and can stabilize the Kerr effect and can reduce driver voltage as described above, it is suitable also for a big screen display or animation display.

[Brief Description of the Drawings]

[0177]

[Drawing 1] (a) is the sectional view showing typically the outline configuration of the important section of the display device concerning one gestalt of operation of this invention in electrical-potential-difference the condition of not impressing, and (b) is the sectional view showing typically the outline configuration of the important section of the above-mentioned display device in an electrical-potential-difference impression condition.

[Drawing 2] It is drawing explaining the relation between an example of electrode structure and this electrode structure in the above-mentioned display device, and a polarizing plate absorption shaft.

[Drawing 3] It is the mimetic diagram showing an example of the inverted micelle phase mixed stock of a liquid crystal micro emulsion.

[Drawing 4] It is the mimetic diagram showing other examples of the inverted micelle phase mixed stock of a liquid crystal micro emulsion.

[Drawing 5] It is the classification Fig. of a lyotropic liquid crystal phase.

[Drawing 6] It is the mimetic diagram showing the various structures of the medium of the display device of this invention.

[Drawing 7] (a) is the important section sectional view showing typically the configuration of the above-mentioned display device in electric-field the condition of not impressing, (b) is the important section sectional view showing typically the configuration of the above-mentioned display device in an electrical-potential-difference impression condition, and (c) is a graph which shows the relation of the applied voltage and the permeability in the display device shown in (a) - (b).

[Drawing 8] The difference in the display principle of the display device which displays using change of the optical anisotropy by impression of electric field, and the conventional liquid crystal display component It is the sectional view typically shown in the configuration and its direction of a main shaft of an average index ellipsoid of the medium at the time of no electrical-potential-difference impressing and electrical-potential-difference impression. (a) is a sectional view at the time of no electrical-potential-difference impressing [ of the display device which displays using change of the optical anisotropy by impression of electric field ]. (b) is a sectional view at the time of electrical-potential-difference impression of the display device shown in (a),

and (c) is a sectional view at the time of no electrical-potential-difference impressing [ of the liquid crystal display component of TN method ]. (d) is a sectional view at the time of electrical-potential-difference impression of the liquid crystal display component shown in (c), and (e) is a sectional view at the time of no electrical-potential-difference impressing [ of the liquid crystal display component of VA method ]. (f) is a sectional view at the time of electrical-potential-difference impression of the liquid crystal display component shown in (e), (g) is a sectional view at the time of no electrical-potential-difference impressing [ of the liquid crystal display component of an IPS method ], and (h) is a sectional view at the time of electrical-potential-difference impression of the liquid crystal display component shown in (g).

[Description of Notations]

[0178]

- 1 Substrate
- 2 Substrate
- 3 Medium Layer
- 4 Electrode (Electric-Field Impression Means)
- 4a Ctenidium part
- 5 Electrode (Electric-Field Impression Means)
- 5a Ctenidium part
- 6 Polarizing Plate
- 7 Polarizing Plate
- 11 Pixel Substrate (Substrate)
- 12 Opposite Substrate (Substrate)
- 45c, 45d The electric-field impression direction
- A Medium

[Translation done.]

#### \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

#### DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[0177]

[Drawing 1] (a) is the sectional view showing typically the outline configuration of the important section of the display device concerning one gestalt of operation of this invention in electrical-potential-difference the condition of not impressing, and (b) is the sectional view showing typically the outline configuration of the important section of the above-mentioned display device in an electrical-potential-difference impression condition.

[Drawing 2] It is drawing explaining the relation between an example of electrode structure and this electrode structure in the above-mentioned display device, and a polarizing plate absorption shaft.

[Drawing 3] It is the mimetic diagram showing an example of the inverted micelle phase mixed stock of a liquid crystal micro emulsion.

[Drawing 4] It is the mimetic diagram showing other examples of the inverted micelle phase



mixed stock of a liquid crystal micro emulsion.

[Drawing 5] It is the classification Fig. of a lyotropic liquid crystal phase.

[Drawing 6] It is the mimetic diagram showing the various structures of the medium of the display device of this invention.

[Drawing 7] (a) is the important section sectional view showing typically the configuration of the above-mentioned display device in electric-field the condition of not impressing, (b) is the important section sectional view showing typically the configuration of the above-mentioned display device in an electrical-potential-difference impression condition, and (c) is a graph which shows the relation of the applied voltage and the permeability in the display device shown in (a) - (b).

[Drawing 8] The difference in the display principle of the display device which displays using change of the optical anisotropy by impression of electric field, and the conventional liquid crystal display component It is the sectional view typically shown in the configuration and its direction of a main shaft of an average index ellipsoid of the medium at the time of no electrical-potential-difference impressing and electrical-potential-difference impression. (a) is a sectional view at the time of no electrical-potential-difference impressing [ of the display device which displays using change of the optical anisotropy by impression of electric field ]. (b) is a sectional view at the time of electrical-potential-difference impression of the display device shown in (a), and (c) is a sectional view at the time of no electrical-potential-difference impressing [ of the liquid crystal display component of TN method ]. (d) is a sectional view at the time of electrical-potential-difference impression of the liquid crystal display component shown in (c), and (e) is a sectional view at the time of no electrical-potential-difference impressing [ of the liquid crystal display component of VA method ]. (f) is a sectional view at the time of electrical-potential-difference impression of the liquid crystal display component shown in (e), (g) is a sectional view at the time of no electrical-potential-difference impressing [ of the liquid crystal display component of an IPS method ], and (h) is a sectional view at the time of electrical-potential-difference impression of the liquid crystal display component shown in (g).

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

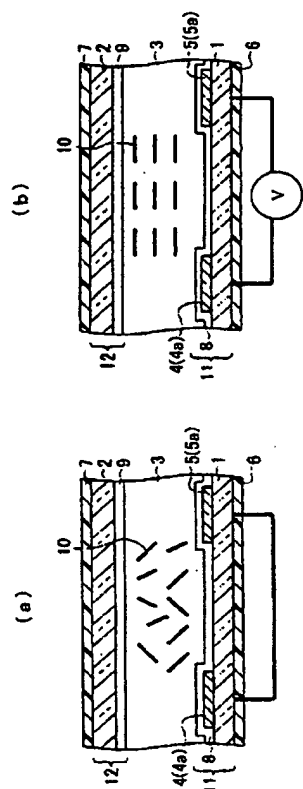
3.In the drawings, any words are not translated.

---

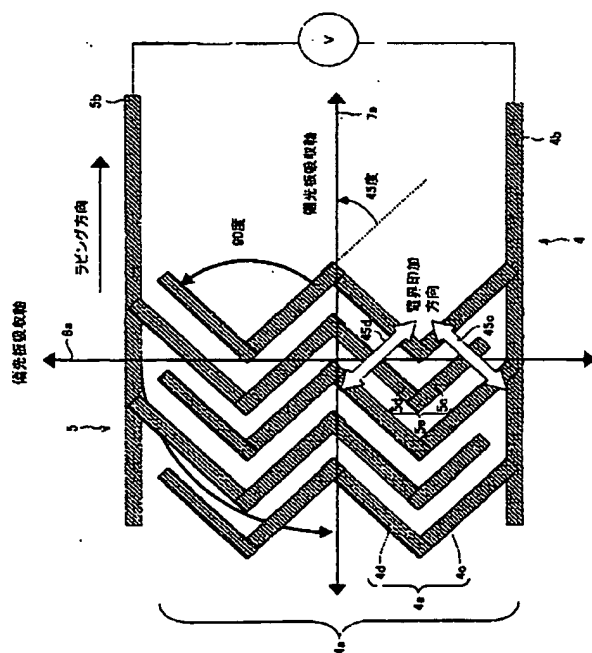
DRAWINGS

---

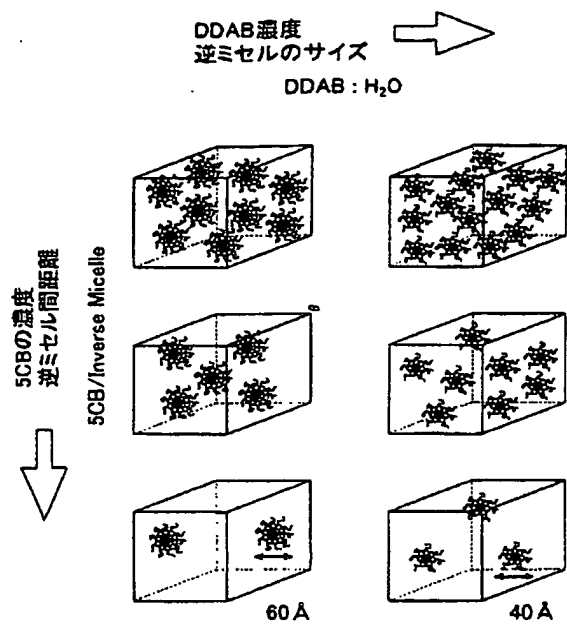
[Drawing 1]



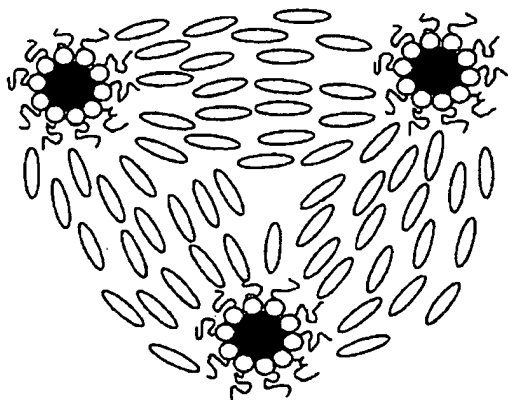
[Drawing 2]



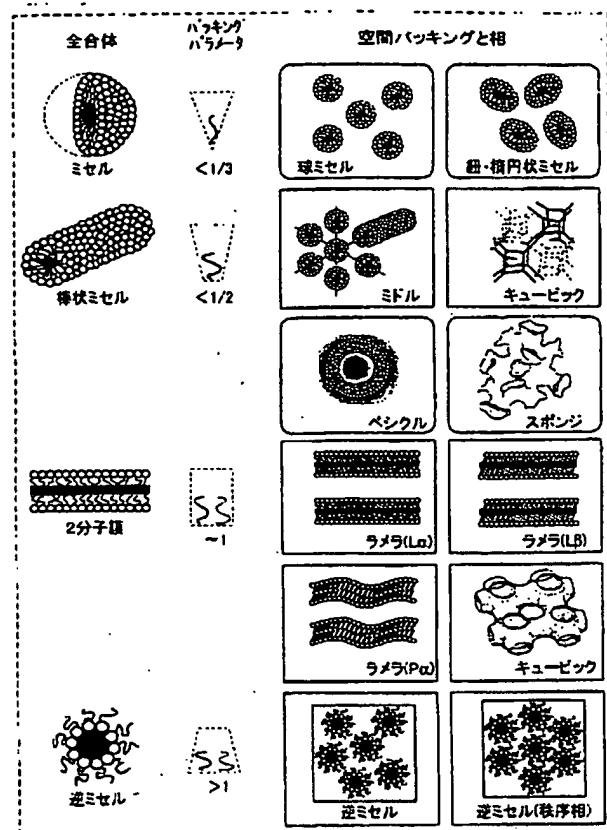
[Drawing 3]



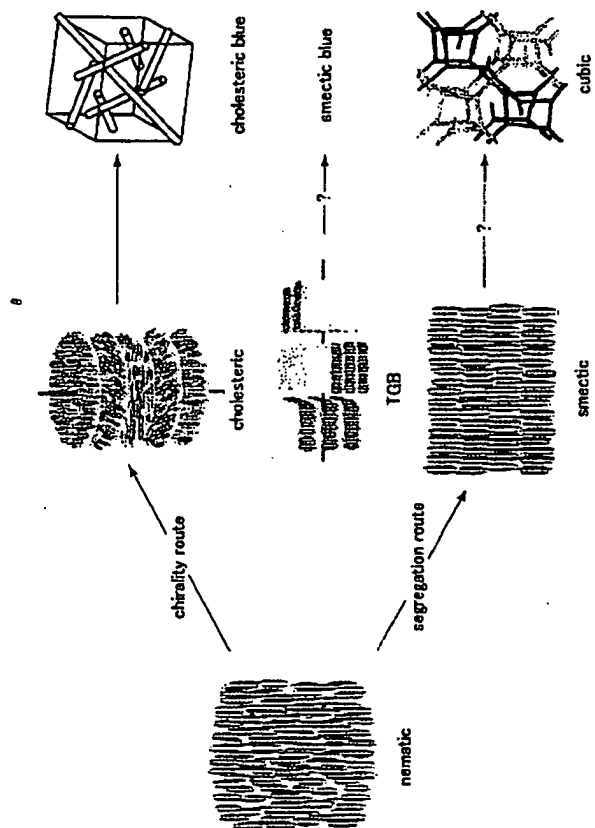
[Drawing 4]



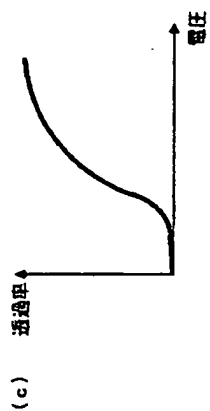
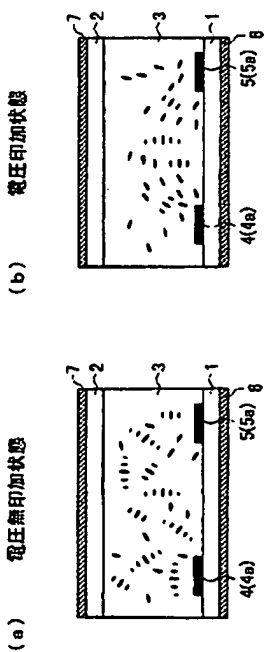
[Drawing 5]



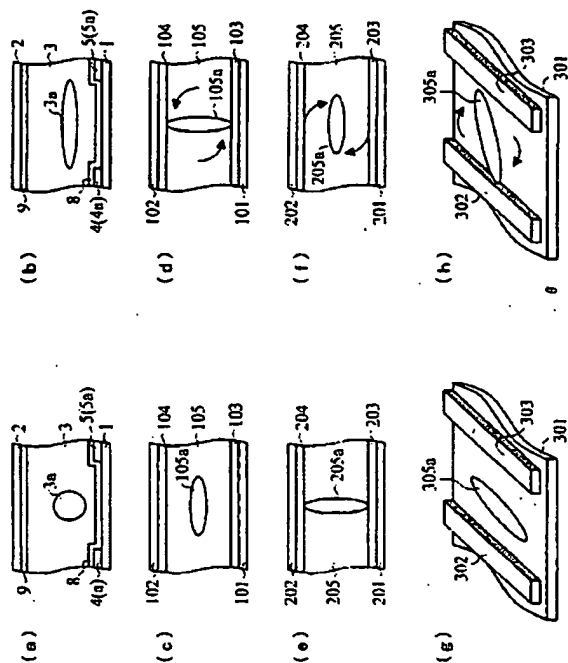
[Drawing 6]



[Drawing 7]



[Drawing 8]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-316011

(P2005-316011A)

(43) 公開日 平成17年11月10日(2005. 11. 10)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

G02F 1/139

G02F 1/1337

G02F 1/1343

F I

G02F 1/139

G02F 1/1337 500

G02F 1/1337 525

G02F 1/1343

テーマコード(参考)

2H088

2H090

2H092

審査請求 未請求 請求項の数 21 O L (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2004-131963 (P2004-131963)

(22) 出願日 平成16年4月27日(2004. 4. 27)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(74) 代理人 100080034

弁理士 原 謙三

(74) 代理人 100113701

弁理士 木島 隆一

(74) 代理人 100116241

弁理士 金子 一郎

(72) 発明者 芝原 靖司

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

シャープ株式会社内

(72) 発明者 宮地 弘一

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

シャープ株式会社内

最終頁に続く

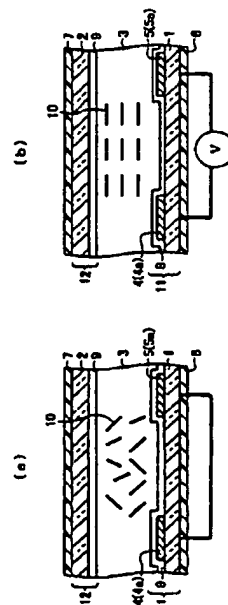
(54) 【発明の名称】 表示素子

(57) 【要約】

【課題】 カー効果の高い安定性を有するとともに、容易に製造することが可能な表示素子を提供する。

【解決手段】 本発明の表示素子は、少なくとも一方が透明な一对の基板1・2と、該一对の基板1・2間に挟持され、電界の無印加時に光学的等方性を示し、電解印加時に光学的異方性を示す媒質層3とを備えており、媒質層3には、カイラル剤が含有されている。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

少なくとも一方が透明な一对の基板と、該一对の基板間に挟持され、電界の無印加時に光学的等方性を示し、電界印加時に光学的異方性を示す媒質とを備えた表示素子であって

上記媒質は、カイラル剤を含むことを特徴とする表示素子。

## 【請求項2】

少なくとも一方が透明な一对の基板と、該一对の基板間に挟持され、電界の無印加時に光学的等方性を示し、電界印加時に光学的異方性を示す媒質とを備えた表示装置であって

上記媒質は、カイラル物質であることを特徴とする表示素子。

## 【請求項3】

上記一对の基板のうち、少なくとも一方の基板における上記媒質との対向面とは反対側に偏光板が配置されていることを特徴とする請求項1または2に記載の表示素子。

## 【請求項4】

上記一对の基板のうち一方の基板に、基板面に対して略平行な電界を上記媒質に印加する電界印加手段を備えていることを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1項に記載の表示素子。

## 【請求項5】

上記電界印加手段は、上記一对の基板における媒質側に設けられ、かつ、歯状部分が互いに噛み合う方向に対向配置された、少なくとも一对の歯状電極を備えていることを特徴とする請求項4に記載の表示素子。

## 【請求項6】

上記歯状部分が、楔型形状を有することを特徴とする請求項5に記載の表示素子。

## 【請求項7】

上記楔型形状の折れ曲がり部分のなす角度が、 $90^\circ \pm 10^\circ$ 未満であることを特徴とする請求項6に記載の表示素子。

## 【請求項8】

上記一对の基板のうち、少なくとも一方の基板における上記媒質との対向面に配向膜が配置されていることを特徴とする請求項1ないし7のいずれか1項に記載の表示素子。

## 【請求項9】

上記配向膜が、有機薄膜であることを特徴とする請求項8に記載の表示素子。

## 【請求項10】

上記配向膜が、ポリイミドからなることを特徴とする請求項8に記載の表示素子。

## 【請求項11】

上記配向膜は、基板に対して平行または反平行に水平配向処理が施されていることを特徴とする請求項8ないし10のいずれか1項に記載の表示素子。

## 【請求項12】

上記媒質は、電圧印加時に光の波長以下の配向秩序を有していることを特徴とする請求項1ないし11のいずれか1項に記載の表示素子。

## 【請求項13】

上記媒質には、液晶性物質が含まれていることを特徴とする請求項1ないし12のいずれか1項に記載の表示素子。

## 【請求項14】

上記媒質が、キュービック対称性を示す秩序構造を有することを特徴とする請求項13に記載の表示素子。

## 【請求項15】

上記媒質が、キュービック相またはスメクチックD相を示す分子からなることを特徴とする請求項13に記載の表示素子。



## 【請求項16】

上記媒質が、液晶マイクロエマルジョンからなることを特徴とする請求項13に記載の表示素子。

## 【請求項17】

上記媒質が、ミセル相、逆ミセル相、スポンジ相、またはキュービック相を示すリフトロビック液晶からなることを特徴とする請求項13に記載の表示素子。

## 【請求項18】

上記媒質が、ミセル相、逆ミセル相、スポンジ相、またはキュービック相を示す液晶微粒子分散系からなることを特徴とする請求項13に記載の表示素子。

## 【請求項19】

上記媒質が、デンドリマーからなることを特徴とする請求項12に記載の表示素子。

## 【請求項20】

上記媒質が、コレステリックブルー相を示す分子からなることを特徴とする請求項13に記載の表示素子。

## 【請求項21】

上記媒質が、スメクチックブルー相を示す分子からなることを特徴とする請求項13に記載の表示素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、高速応答性並びに広視野の表示性能を有する表示素子に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

液晶表示素子は、各種表示素子のなかでも薄型で軽量かつ消費電力が小さいといった利点を有し、テレビやビデオ等の画像表示装置や、モニター、ワープロ、パーソナルコンピュータ等のOA (Office Automation) 機器に広く用いられている。

## 【0003】

液晶表示素子の液晶表示方式としては、従来、例えば、ネマチック液晶を用いたTN (ツイステッドネマチック) モードや、強誘電性液晶 (FLC) あるいは反強誘電性液晶 (AFLC) を用いた表示モード、高分子分散型液晶表示モード等が知られている。

## 【0004】

そのなかでも、従来、実用化されている液晶表示素子としては、例えば、ネマチック液晶を用いたTN (ツイステッドネマチック) モードの液晶表示素子が挙げられるが、該TNモードを用いた液晶表示素子には、応答が遅い、視野角が狭い等の欠点があり、これら欠点は、CRT (cathode ray tube) を凌駕する上で大きな妨げとなっている。

## 【0005】

また、FLCあるいはAFLCを用いた表示モードの場合、応答が速く、視野角が広いといった利点を有してはいるものの、耐ショック性、温度特性等の面で大きな欠点があり、広く実用化されるまでには至っていない。

## 【0006】

さらに、光散乱を利用する高分子分散型液晶表示モードは、偏光板を必要とせず、高輝度表示が可能であるが、本質的に位相板による視角制御ができない上、応答特性の面で課題を有しており、TNモードに対する優位性は少ない。

## 【0007】

これら表示方式は、何れも、液晶分子が一定方向に整列した状態にあり、液晶分子に対する角度によって見え方が異なるため、視角制限がある。また、これら表示方式は、何れも、電界印加による液晶分子の回転を利用するものであり、液晶分子が整列したまま描って回転するため、応答に時間を要する。なお、FLCやAFLCを用いた表示モードの場合、応答速度や視野角の面では有利であるが、外力による非可逆的な配向破壊が問題となる。

## 【0008】

一方、電界印加による分子の回転を利用するこれら表示方式に対して、二次の電気光学効果を利用した電子分極による表示方式が提案されている。

【0009】

電気光学効果とは物質の屈折率が外部電界によって変化する現象である。電気光学効果には、物質の屈折率が電界の一次に比例する効果と二次に比例する効果とがあり、それぞれポッケルス効果、カー効果と呼ばれている。特に、カー効果と呼ばれる二次の電気光学効果は、高速の光シャッターへの応用が早くから進められており、特殊な計測機器において実用化がなされている。カー効果は、1875年にJ. Kerr (カー) によって発見されたものであり、これまでに、カー効果を示す材料としては、ニトロベンゼンや二硫化炭素等の有機液体等の材料が知られており、これら材料は、例えば、前記した光シャッターの他に、電力ケーブル等の高電界強度測定等に利用されている。

【0010】

その後、液晶材料が大きなカー定数を有することが示され、光変調素子、光偏光素子、さらには光集積回路応用に向けての基礎検討が行われ、前記ニトロベンゼンの200倍を超えるカー定数を示す液晶化合物も報告されている。

【0011】

このような状況において、カー効果の表示装置への応用が検討され始めている。カー効果を示す物質の屈折率は電界の二次に比例するため、カー効果を示す物質を配向分極に用いると、ポッケルス効果を示す物質を配向分極に用いた場合に比べて低電圧駆動を見込むことができる。さらに、カー効果を示す物質は、数マイクロ秒～数ミリ秒の応答特性を示すため、表示装置による表示を入力電圧に対して高速に応答させるために用いられることが期待される。

【0012】

しかしながら、カー効果を示す物質を表示素子へ応用する際の課題として、カー効果の安定性がある。すなわち、カー効果(それ自身は、等方相状態で観察される)は、液晶相等方相転移温度近傍で最大となり、温度上昇とともに急激に減少することが知られている。このため、カー効果の安定性が悪く、実用上の大きな問題となっている。

【0013】

これに対して、カー効果を示す液晶分子を高分子中に閉じ込め、カー効果の安定性を高める取り組みが提案されている(例えば、特許文献1参照)。

【特許文献1】特開平11-183937号公報(1999年(平成11)7月9日公開)

【非特許文献1】斉藤一弥、外1名、「光学的に等方性である珍しいサーモトロピック液晶の熱力学」、液晶、2001年、第5巻、第1号、p.20-27

【非特許文献2】山本潤、「液晶マイクロエマルジョン」、液晶、2000年、第4巻、第3号、p.248-254

【非特許文献3】D.Demus、外3名編、「Handbook of Liquid Crystals Low Molecular Weight Liquid Crystal」、Wiley-VCH、1998年、vol. 2B、p.887-900

【非特許文献4】山本潤、「液晶科学実験講座第1回：液晶相の同定：(4)リオトロピック液晶」、液晶、2002年、第6巻、第1号、p.72-83

【非特許文献5】Eric Grelet、外3名、「Structural Investigations on Smectic Blue Phases」、PHYSICAL REVIEW LETTERS, The American Physical Society、2001年4月23日、vol. 86、No. 17、p3791-3794

【非特許文献6】米谷 慎、「分子シミュレーションでナノ構造液晶相を探る」、液晶、2003年、第7巻、第3号、p.238-245

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

しかしながら、上記特許文献1は、カー効果の安定性を維持するという点では有効な方法ではあるものの、光重合等によって反応性モノマーを重合させる必要があると共に、液

晶領域サイズを0.1  $\mu\text{m}$ 以下にする必要がある。このため、特許文献1に記載の液晶材料を用いて表示素子を製造することは容易ではない。さらに、液晶材料と高分子とが接する面積が多いため、高分子中のイオン等の不純物が液晶材料に溶けることによって信頼性が落ちてしまう。このため、表示素子としての高い信頼性を得ることが困難である。

【0015】

本発明は、上記の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、カー効果の高い安定性を有するとともに、容易に製造することが可能な表示素子を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明に係る表示素子は、上記課題を解決するために、少なくとも一方が透明な一对の基板と、該一对の基板間に挟持され、電界の無印加時に光学的等方性を示し、電界印加時に光学的異方性を示す媒質とを備えた表示素子であって、上記媒質は、カイラル剤を含むことを特徴としている。

【0017】

上記の構成によれば、媒質にカイラル剤が含有されている。カイラル剤は、隣接する分子と互いに振れた構造をとる。この場合、分子間の相互作用のエネルギーが低くなる。このため、媒質にカイラル剤を含有させることにより、媒質およびカイラル剤は自発的に振れ構造をとり、構造が安定化する。それゆえ、カイラル剤を含む媒質は、例えば、等方相-液晶相転移温度近傍においても元の構造が安定であるので急激な構造変化が起こらず、その結果としてカー効果を安定化させることができる。ここで、カー効果が安定化するとは、カー定数の変化が小さいことを意味する。

【0018】

すなわち、振れ構造によって安定化している状態を変えるためには大きなエネルギーが必要になる。つまり大きなエネルギーを与えなければ振れ構造が壊れない。よって、振れ構造により安定化されたある系が、ある一定のカー定数を持つ場合にその状態を変えるためには、振れ構造によって安定化されていない状態を変えるために必要なエネルギーよりも大きなエネルギーが必要になると考えられる。つまり振れ構造がある場合にはカー定数があまり変化しなくなる。よって、カー効果を安定化させることができる。

【0019】

従って、カイラル剤を添加するといった簡易な方法でカー効果を安定化させた表示素子を容易に実現できるという効果を奏する。

【0020】

本発明に係る表示素子は、上記課題を解決するために、少なくとも一方が透明な一对の基板と、該一对の基板間に挟持され、電界の無印加時に光学的等方性を示し、電界印加時に光学的異方性を示す媒質とを備えた表示装置であって、上記媒質は、カイラル物質であることを特徴としている。

【0021】

上記の構成によれば、媒質自体がカイラル物質からなっている。カイラル物質は、カイラル性を有する物質（光学的に活性な物質）のことである。カイラル物質は、振れ構造をとることにより、分子間相互作用のエネルギーが低くなる。このため、媒質自身が自発的に振れ構造をとり、構造が安定化する。それゆえ、カイラル物質からなる媒質は、例えば、等方相-液晶相転移温度近傍においても元の構造が安定であるので急激な構造変化が起こらず、その結果としてカー効果を安定化させることができる。すなわち、上記と同様に、振れ構造がある場合にはカー定数があまり変化しなくなるため、カー効果を安定化させることができる。

【0022】

従って、媒質としてカイラル物質を用いるだけでカー効果を安定化させた表示素子を容易に実現できるという効果を奏する。

【0023】

本発明に係る表示素子では、上記一对の基板のうち、少なくとも一方の基板における上

記媒質との対向面とは反対側に偏光板が配置されていることが好ましい。上記の構成によれば、媒質に電界を印加して複屈折を発現させることで透過率を変調させることが可能となる。

【0024】

本発明に係る表示素子では、上記一对の基板のうち一方の基板に、基板面に対して略平行な電界を上記媒質に印加する電界印加手段を備えていることが好ましい。上記の構成によれば、基板に対して垂直な方向に通過する光に対して略直交する方向、つまり基板面に平行な方向に容易に電界を印加することができ、電界印加で発生する複屈折異方性を光信号の変化として容易に取り出すことができる。

【0025】

本発明に係る表示素子では、上記電界印加手段は、上記一对の基板における媒質側に設けられ、かつ、櫛歯部分が互いに噛み合う方向に対向配置された、少なくとも一对の櫛型電極を備えていることが好ましい。

【0026】

上記の構成によれば、上記電界印加手段は、少なくとも1対の櫛型電極であって、上記一对の基板における媒質側に設けられ、かつ、櫛歯部分が互いに噛み合う方向に対向配置されている。上記櫛型電極における櫛歯部分が、互いに噛み合うように配置されていることで、櫛型電極による電界は、基板に略平行な電界になる。それゆえ、上記の構成によれば、櫛型電極が基板に略平行な電界を媒質に印加するので、駆動電圧の低減された表示素子を実現できる。なお、上記「櫛型電極」とは、複数の電極（櫛歯部分）が、1つの電極（櫛根部分）から、その長手方向に対して所定方向に伸長した電極のことをいう。

【0027】

本発明に係る表示素子では、上記櫛歯部分が、楔型形状を有することが好ましい。「楔型形状」とは、櫛歯部分が、所定の角度で折れ曲がった形状のことをいう。上記構成によれば、このような櫛型電極における楔型形状の櫛歯部分が、互いに噛み合うように対向配置されているので、この櫛型電極により生成される電界は、電界印加方向が少なくとも2方向になる。

【0028】

それゆえ、上記の構成によれば、電界印加方向が少なくとも2方向存在することで、上記媒質の光学的異方性の方向が異なる媒質ドメインが存在する。このため、上記表示素子において視野角特性を向上させることができる。

【0029】

本発明に係る表示素子では、上記楔型形状の折れ曲がり部分のなす角度が、 $90^\circ \pm 10^\circ$ 度未満であることが好ましい。「楔型形状の折れ曲がり部分のなす角度」とは、櫛歯部分が折れ曲がった角度のことをいう。それゆえ、上記の構成によれば、上記楔型形状の折れ曲がり部分のなす角度が、 $90^\circ \pm 10^\circ$ 度未満であるので、媒質の光学異方性の方向が互いにほぼ直交する（略 $90^\circ$ 度の角度をなす）媒質ドメインが存在する。それゆえ、各媒質ドメインにおける斜め視角の色つき現象を互いに補償しあうことが可能になる。したがって、透過率を損なうことなく、視野角特性をより向上させることができる表示素子を実現できる。

【0030】

本発明に係る表示素子では、上記一对の基板のうち、少なくとも一方の基板における上記媒質との対向面に配向膜が配置されていることが好ましい。また、上記配向膜が、有機薄膜であることが好ましく、上記配向膜が、ポリイミドからなることが特に好ましい。

【0031】

上記の構成によれば、上記媒質の上記配向膜との界面付近における、媒質の配向方向を所望の方向に確実に規定することができる。また、上記媒質に液晶相を発現させた状態において、上記媒質を構成する分子を、所望の方向に確実に配向させることができる。

【0032】

本発明に係る表示素子では、上記配向膜は、基板に対して平行または反平行に水平配向

処理が施されていることが好ましい。上記基板に対して平行または反平行に水平配向処理が施されていることで、コントラストの最大化を図ることができ、例えば黒輝度をより一層小さくすることができるという効果を奏する。なお、本発明において、平行とは、互いの配向処理方向が、平行でかつ向きが同じ場合を示すものとし、反平行とは、互いの配向処理方向が、平行でかつ向きが反対（逆）の場合を示すものとする。

【0033】

本発明に係る表示素子では、上記媒質は、電圧印加時に光の波長以下の配向秩序を有していることが好ましい。配向秩序が光の波長以下であれば、光学的に等方性を示す。従って、電圧印加時に配向秩序が光の波長以下となる媒質を用いることにより、電圧無印加時と電圧印加時における表示状態を確実に異ならせることができる。

【0034】

本発明に係る表示素子では、上記媒質には、液晶性物質が含まれていることが好ましい。液晶性物質に電界を印加することにより、微細構造に歪みを与えられ、光学変調を誘起させることが可能となる。

【0035】

また、上記媒質は、キュービック対称性を示す秩序構造を有するものであってもよい。

【0036】

また、上記媒質は、キュービック相またはスメクチックD相を示す分子からなるものであってもよい。

【0037】

また、上記媒質は、液晶マイクロエマルションからなるものであってもよい。

【0038】

また、上記媒質は、ミセル相、逆ミセル相、スポンジ相、またはキュービック相を示すリオトロピック液晶からなるものであってもよい。

【0039】

また、上記媒質は、ミセル相、逆ミセル相、スポンジ相、またはキュービック相を示す液晶微粒子分散系からなるものであってもよい。

【0040】

また、上記媒質は、デンドリマーからなるものであってもよい。

【0041】

また、上記媒質は、コレステリックブルー相を示す分子からなるものであってもよい。

【0042】

また、上記媒質は、スメクチックブルー相を示す分子からなるものであってもよい。

【0043】

上記した物質は、いずれも電界を印加することによって光学的異方性が変化する。従って、上記した物質はいずれも上記媒体として用いることができる。

【発明の効果】

【0044】

本発明に係る表示素子は、以上のように、少なくとも一方が透明な一対の基板と、該一対の基板間に挟持され、電界の無印加時に光学的等方性を示し、電界印加時に光学的異方性を示す媒質とを備えた表示素子であって、上記媒質はカイラル剤を含む構成である。媒質にカイラル剤を含有させることにより、媒質およびカイラル剤は自発的に捩れ構造を取り、構造が安定化する。その結果、カー効果を安定化させた表示素子を実現できるという効果を奏する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0045】

本発明の実施の一形態について図1ないし図11に基づいて説明すれば、以下の通りである。

【0046】

図1(a)は、電圧無印加状態（OFF状態）における本実施の形態にかかる表示素子

の要部の概略構成を模式的に示す断面図であり、図1(b)は電圧印加状態(ON状態)における本実施の形態にかかる表示素子の要部の概略構成を模式的に示す断面図である。

【0047】

図1(a)・(b)に示すように、本実施の形態にかかる表示素子は、互いに対向して配置された、少なくとも一方が透明な一对の基板(以下、画素基板11および対向基板12と記す)を備え、これら一对の基板間に、光学変調層として、電界の印加により光学変調する媒質(以下、媒質Aと記す)からなる媒質層3が挟持されているセル構造を有している。

【0048】

また、上記画素基板11および対向基板12は、図1(a)・(b)に示すように、媒質保持手段(光学変調層保持手段)としての基板1・2をそれぞれ有し、これら一对の基板1・2の外側(画素基板11および対向基板12の外側)、つまり、これら両基板1・2の対向面とは反対側の面に、偏光板6・7がそれぞれ設けられている構成を有している。

【0049】

上記一对の基板1・2のうち、少なくとも一方の基板は透光性を有する、例えばガラス基板等の透明な基板からなり、これら一对の基板1・2のうち、一方の基板1における他方の基板2との対向面上には、図1(a)・(b)に示すように上記基板1に略平行な電界(横向きの電界)を上記媒質層3に印加するための電界印加手段である電極4・5が互いに対向配置されている。

【0050】

上記電極4・5は、例えばITO(インジウム錫酸化物)等の透明電極材料等の電極材料からなり、本実施の形態では、例えば線幅 $5\mu\text{m}$ 、電極間距離(電極間隔) $5\mu\text{m}$ 、厚み $0.6\mu\text{m}$ に設定されている。但し、上記電極材料並びに線幅、電極間距離、および厚みは単なる一例であり、これに限定されるものではない。上記電極4・5の一例としては、上記媒質層3を印加するとともに、媒質層3の媒質Aを光学変調させることが可能であれば、特に限定されるものではないが、例えば、上記基板1に略平行な電界(横向きの電界)を上記媒質層3に印加する電極が挙げられる。

【0051】

以下、電極4・5の電極構造の一例を図2を参照にして説明する。図2は、本発明の実施の表示素子における電極4・5の構造と偏光板吸収軸との関係を説明する図である。

【0052】

電極4・5は、櫛歯部分4a・5aが楔型形状を有し、かつ、互いに噛み合う方向に対向配置された櫛形電極である。「楔型形状」とは、櫛歯部分4a・5aが、所定の角度 $\alpha$ で折れ曲がった形状のことをいう。また、櫛歯部分4a・5aは、図2に示すように、楔型形状を複数有した形状でもよい。このように、楔型形状を複数有する形状の一例としては、鋸歯形状が挙げられる。

【0053】

ここでいう「櫛形電極」とは、複数の電極(櫛歯部分)4aが、1つの電極(櫛根部分)4bから、その長手方向に対して所定の方向に伸長した電極のことをいう。また、「鋸歯形状」とは、図2に示すように、櫛歯部分が、櫛根部分4bの長手方向に対して遠ざかる方向に、角度 $\alpha$ で交互に折れ曲がりながら伸長した形状のことをいう。

【0054】

図2に示すように、電極4は、櫛歯部分4aと櫛根部分4bとからなる。櫛歯部分4aは、櫛根部分4bの長手方向に対して遠ざかる方向に、交互に折れ曲がりながら伸長している。また、櫛歯部分4aは、鋸歯成分4c及び鋸歯成分4dが構成する鋸歯単位4eが連続して伸長した構成になっている。この鋸歯単位4eは、鋸歯成分4cと鋸歯成分4dとが角度 $\alpha$ の角度をなすように折れ曲がった構成である。そして、電極4の櫛歯部分4aにおいては、櫛根部分4bの長手方向に対して遠ざかる方向に、等間隔で交互に折れ曲がりながら伸長した構成になっている。

【0055】

また、電極5における櫛歯部分5aも、電極4における櫛歯部分4aと同様に、鋸歯成分5c及び鋸歯成分5dが構成する鋸歯単位5eが連続して伸長した構成になっており、鋸歯単位5eにおける鋸歯成分5cと鋸歯成分5dとが、角度 $\alpha$ の角度をなすように折れ曲がった構成である。

【0056】

上記電極4及び5における角度 $\alpha$ は、90度±10度未満であることが好ましく、90度±5度未満であることがより好ましく、90度であることが最も好ましい。

【0057】

また、図2に示すように、電極4と電極5とは、それぞれの櫛歯部分4aと櫛歯部分5aとが噛み合うように対向配置されている。すなわち、電極4と電極5とは、櫛歯部分4aにおける鋸歯成分4c及び鋸歯成分4dが、各々櫛歯部分5aにおける鋸歯成分5c及び鋸歯成分5dと平行になるように、対向配置されている。それゆえ、電極4・5に電圧を印加すると、電界印加方向が互いに異なる2つの電界が形成される。すなわち、鋸歯成分4cと鋸歯成分5cとの間の電界（図2の電界印加方向45c）、及び、鋸歯成分4dと鋸歯成分5dとの間の電界（図2の電界印加方向45d）が形成される。

【0058】

また、上記の鋸歯単位4e、及び、鋸歯単位5eは、その形状から、「く」の字型形状を有しているとも言える。それゆえ、上記「鋸歯形状」は、鋸歯単位に相当する「く」の字成分が、櫛根部分の長手方向に対して遠ざかる方向に伸長した形状であるともいえる。また、「櫛歯部分が鋸歯形状」とは、櫛歯部分が「く」の字型形状を有するジグザグ線の形状であるともいえる。

【0059】

また、上記の鋸歯単位4e、及び、鋸歯単位5eは、その形状から、「v」の字の形状を有しているとも言える。それゆえ、上記「鋸歯形状」は、鋸歯単位に相当する「v」の字成分が、櫛根部分の長手方向に対して遠ざかる方向に伸長した形状であるともいえる。また、「櫛歯部分が鋸歯形状」とは、櫛歯部分が「v」の字型形状を有するジグザグ線の形状であるともいえる。

【0060】

また、図2に示すように、電界印加方向45cと電界印加方向45dとは互いに垂直である。このため、媒質Aの光学異方性の方向が互いに直交する（90度の角度をなす）媒質ドメインが存在し、表示素子において、各媒質ドメインにおける斜め視角の色つき現象を互いに補償しあうことが可能になる。

【0061】

また、本実施の形態では、両基板1・2にそれぞれ設けられた偏光板6・7は、図2に示すように、互いに偏光板吸収軸方向が直交するように配置されているとともに、各偏光板6・7における偏光板吸収軸6a・7aは、電極4・5により形成される、上述の2方向の電界印加方向45c・45dに対して45度の角度をなしている。

【0062】

このように、基板1に設けられた電極4・5は、その電界印加方向が、少なくとも2方向になるように設けられている。電界印加方向が少なくとも2方向存在することで、媒質層3で、媒質Aの光学異方性の方向が異なる媒質ドメインが存在する。このため、上記表示素子において視野角特性が向上するという効果を奏する。また、上記少なくとも2方向の電界印加方向が互いに垂直になるように、電極4・5が設けられている場合、媒質Aの光学異方性の方向が互いに直交する（90度の角度をなす）媒質ドメインが存在する。このため、表示素子において、各媒質ドメインにおける斜め視角の色つき現象を互いに補償しあうことが可能になる。したがって、透過率を損なうことなく、視野角特性をより向上させることができる表示素子を実現できる。また、媒質Aの光学異方性の方向が互いに直交し、かつ、上記偏光板6・7の偏光板吸収軸6a・7aとの角度が45度の角度をなすように配置されている場合、斜め視角の色付き現象の補償度が増し、視野角特性をさら

に向上させる表示素子を実現できる。

【0063】

さらに、上記基板1における基板2との対向面上、つまり、上記画素基板11における対向基板12との対向面表面には、ラビング処理が施された配向膜8（誘電体薄膜）が、上記電極4・5を覆うように、上記基板1における基板2との対向面全面に渡って形成されている。

【0064】

また、上記基板2における基板1との対向面上、つまり、上記対向基板12における画素基板11との対向面表面にも、ラビング処理が施された配向膜9（誘電体薄膜）が、上記基板2における基板1との対向面全面に渡って形成されている。

【0065】

上記配向膜8・9は、そのラビング方向が、上記偏光板6・7の吸収軸6a・7aのうち何れか一方の偏光板吸収軸と一致するように、上記ラビング処理として、配向処理方向が基板面内方向の水平ラビング処理（水平配向処理）が施されている。

【0066】

本実施の形態にかかる表示素子において、媒質層3は、図1（b）に示すように電界印加方向に配向秩序度が上昇することにより光学的異方性が発現し、透過率が変化するシャッタ型の表示素子として機能し得る。したがって、互いに直交する偏光板吸収軸方向に対して、その異方性方向は、45度の角度をなす時に最大透過率を与える。なお、媒質Aの光学的異方性が発現する方位が、偏光板吸収軸にそれぞれ $\pm\theta$ （度）の角度に存在するとしたときの透過率（P）は、 $P(\%) = \sin^2(2\theta)$ より見積もられ、上記 $\theta$ が45度の時の透過率を100%とすれば、ほぼ90%以上であれば人間の目には最大輝度を有していると感じられることから、上記 $\theta$ は、35度 $<\theta<$ 55度であれば、人間の目には最大輝度を有していると感じられる。つまり、本実施の形態に示すように、電界が例えば基板1に略平行に印加される表示素子では、偏光板吸収軸方向、言い換えれば、水平配向処理における配向処理方向（ラビング方向）が、上記電極4・5による電界印加方向に対し、45度 $\pm$ 10度未満、より好適には45度 $\pm$ 5度未満、最も好適には45度の角度をなすことで、透過率を最大化することができる。

【0067】

本実施の形態では、図2に示すように、両基板1・2にそれぞれ設けられた偏光板6・7は、互いの偏光板吸収軸方向が直交すると共に、各偏光板6・7における偏光板吸収軸と電極4・5（歯部分4a・5a）の電極伸長方向とが45度の角度をなすように形成されている。

【0068】

よって、上記表示素子において、上記電極4・5による電界印加方向は、上記偏光板6・7の偏光板吸収軸方向並びに配向膜8・9のラビング方向と45度の角度をなしている。

【0069】

本実施の形態において、上記配向膜8・9におけるラビング方向は、図2に示すように、上記偏光板6・7の何れか一方の偏光板吸収軸と一致してさえいれば、互いに平行（互いの配向（処理）方向が、平行でかつ向きが同じ）であってもよく、反平行（逆平行）、つまり、互いの配向（処理）方向が、平行でかつ向きが反対（逆）であってもよく、直交していてもよい。

【0070】

本実施の形態において用いられる上記配向膜8・9は、それぞれ、有機膜であってもよいし、無機膜であってもよく、上記媒質Aを構成する分子10の配向の秩序の度合いを向上させ、該分子10を、所望の方向に配向させることができさえすれば、特に限定されるものではないが、上記配向膜8・9を有機薄膜により形成した場合、良好な配向効果を示すことから、上記配向膜8・9としては有機薄膜を用いることがより望ましい。このような有機薄膜の中でもポリイミドは安定性、信頼性が高く、極めて優れた配向効果を示すこ



とから、配向膜材料にポリイミドを使用することで、より良好な表示性能を示す表示素子を提供することができる。

【0071】

なお、上記配向膜8・9としては、市販の水平配向膜を用いることができる。また、上記配向膜8・9としては、その配向制御が容易であることから光感応性を有する官能基（以下、光官能基と記す）を有していてもよい。上記光官能基としては、例えば二量化反応をするシンナメート系、カルコン系等や、異性化反応をするアゾ系等が挙げられるが、本発明はこれに限定されるものではない。

【0072】

上記配向膜8・9が光官能基を有する場合、上記画素基板11および対向基板12表面、すなわち、上記配向膜8・9表面に、偏光された紫外線の照射（以下、偏光紫外光照射と記す）を行って配向規制力を発現させることにより、容易に所望の配向処理を行うことができる。

【0073】

上記表示素子は、例えば、上記画素基板11と対向基板12とを、図示しないシール剤により、必要に応じて、例えば図示しないプラスチックビーズやガラスファイバースペース等のスペースを介して貼り合わせ、その空隙に、前記媒質Aを封入することにより形成される。

【0074】

本実施の形態に用いられる上記媒質Aは、電界を印加することにより、光学的異方性が変化する媒質である。物質中に外部から電界 $E_j$ を加えると、電気変位 $D_{ij} = \epsilon_{ij} \cdot E_j$ を生じるが、そのとき、誘電率 $(\epsilon_{ij})$ にもわずかな変化が見られる。光の周波数では屈折率 $(n)$ の自乗は誘電率と等価であるから、上記媒質Aは、電界の印加により、屈折率が変化する物質と言うこともできる。

【0075】

このように、本実施の形態にかかる表示素子は、物質の屈折率が外部電界によって変化する現象（電気光学効果）を利用して表示を行うものであり、電界印加により分子（分子の配向方向）が揃って回転することを利用した液晶表示素子とは異なり、光学的異方性の方向は殆ど変化せず、その光学的異方性の程度の変化（主に、電子分極や配向分極）により表示を行うようになっている。

【0076】

上記媒質Aとしては、ポッケルス効果またはカー効果を示す物質等、電界無印加時には光学的に等方（巨視的に見て等方であればよい）であり、電界印加により光学変調（特に電界印加により複屈折が上昇することが望ましい）を発現する媒質である。

【0077】

ポッケルス効果、カー効果（それ自身は、等方相状態で観察される）は、それぞれ、電界の一次または二次に比例する電気光学効果であり、電圧無印加状態では、等方相であるため光学的に等方的であるが、電圧印加状態では、電界が印加されている領域において、電界方向に化合物の分子の長軸方向が配向し、複屈折が発現することにより透過率を変調することができる。例えば、カー効果を示す物質を用いた表示方式の場合、電界を印加して1つの分子内での電子の偏りを制御することにより、ランダムに配列した個々の分子が各々別個に回転して向きを変えることから、応答速度が非常に速く、また、分子が無秩序に配列していることから、視角制限がないという利点がある。なお、上記媒質Aのうち、大まかに見て電界の一次または二次に比例しているものは、ポッケルス効果またはカー効果を示す物質として扱うことができる。

【0078】

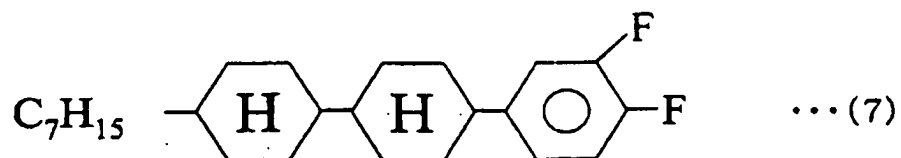
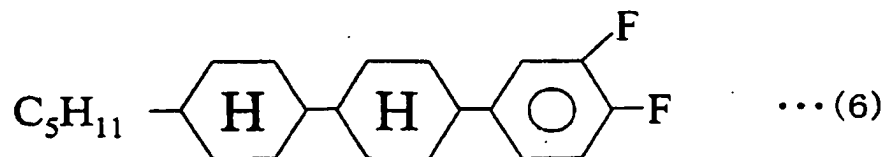
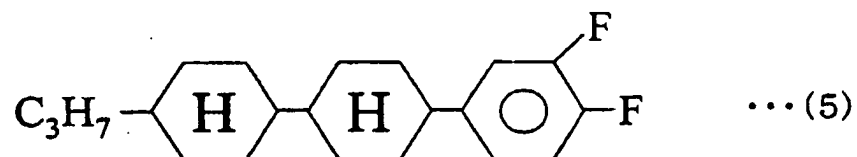
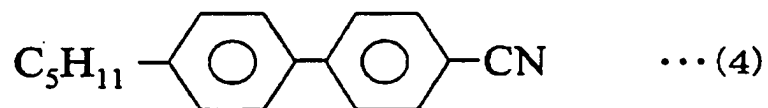
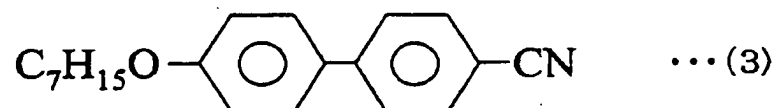
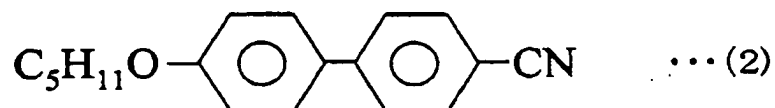
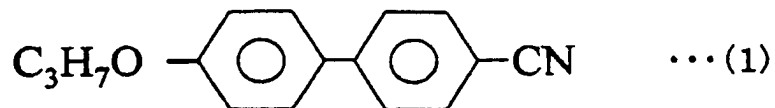
ポッケルス効果を示す物質としては、例えば、ヘキサミン等の有機固体材料等が挙げられるが、特に限定されるものではない。上記媒質Aとしては、ポッケルス効果を示す各種有機材料、無機材料を用いることができる。

【0079】

また、カー効果を示す物質としては、下記構造式(1)～(7)

【0080】

【化1】



【0081】

で示される液晶性物質等が挙げられるが、特に限定されるものではない。

【0082】

カー効果は、入射光に対して透明な媒質中で観測される。このため、カー効果を示す物質は、透明媒質として用いられる。通常、液晶性物質は、温度上昇に伴って、短距離秩序を持った液晶相から、分子レベルでランダムな配向を有する等方相に移行する。つまり、液晶性物質のカー効果は、ネマチック相ではなく、液晶相-等方相温度以上の等方相状態の液体に見られる現象であり、上記液晶性物質は、透明な誘電性液体として使用される。

【0083】

液晶性物質等の誘電性液体は、加熱による使用環境温度（加熱温度）が高いほど、等方相状態となる。よって、上記媒質として液晶性物質等の誘電性液体を使用する場合には、該誘電性液体を透明、すなわち可視光に対して透明な液体状態で使用するために、例えば、（１）媒質層３の周辺に、図示しないヒータ等の加熱手段を設け、該加熱手段により上記誘電性液体をその透明点以上に加熱して用いてもよいし、（２）バックライトからの熱輻射や、バックライトおよび／または周辺駆動回路からの熱伝導（この場合、上記バックライトや周辺駆動回路が加熱手段として機能する）等により、上記誘電性液体をその透明点以上に加熱して用いてもよい。また、（３）上記基板１・２の少なくとも一方に、ヒータとしてシート状ヒータ（加熱手段）を貼合し、所定の温度に加熱して用いてもよい。さらに、上記誘電性液体を透明状態で用いるために、透明点が、上記表示素子の使用温度範囲下限よりも低い材料を用いてもよい。

【0084】

上記媒質Ａは、液晶性物質を含んでいることが望ましく、上記媒質Ａとして液晶性物質を使用する場合には、該液晶性物質は、巨視的には等方相を示す透明な液体であるが、微視的には一定の方向に配列した短距離秩序を有する分子集団であるクラスタを含んでいることが望ましい。なお、上記液晶性物質は可視光に対して透明な状態で使用されることから、上記クラスタも、可視光に対して透明（光学的に等方）な状態で用いられる。また、液晶性物質は、単体で液晶性を示すものであってもよく、複数の物質が混合されることによって液晶性を示すものであってもよく、これらの物質に他の非液晶性物質が混入されたものであってもよい。

【0085】

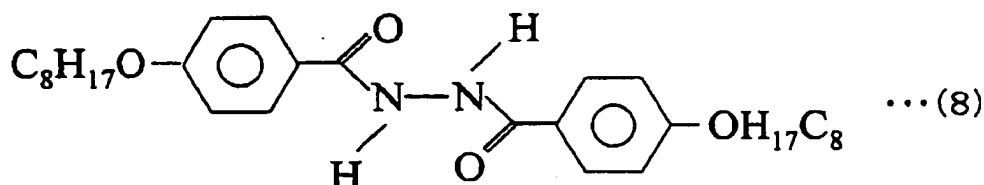
このために、上記表示素子は、上述したように、ヒータ等の加熱手段を用いて温度制御を行ってもよいし、媒質層３を、高分子材料等を用いて小区域に分割して用いてもよく、上記液晶性物質の直径を例えば $0.1\mu\text{m}$ 以下とする等、上記液晶性物質を、光の波長よりも小さな径を有する微小ドロプレットとし、光の散乱を抑制することにより透明状態とするか、あるいは、使用環境温度（室温）にて透明な等方相を示す液晶性化合物を使用する等してもよい。上記液晶性物質の直径、さらにはクラスタの径（長径）が $0.1\mu\text{m}$ 以下、つまり、光の波長（入射光波長）よりも小さい場合の光の散乱は無視することができる。このため、例えば上記クラスタの径が $0.1\mu\text{m}$ 以下であれば、上記クラスタもまた可視光に対して透明である。

【0086】

なお、上記媒質Ａは、上述したようにボッケルス効果またはカー効果を示す物質に限定されない。このため、上記媒質Ａは、分子の配列が、光の波長以下（例えばナノスケール）のスケールのキュービック対称性を有する秩序構造を有し、光学的には等方的に見えるキュービック相（非特許文献１・３・６参照）を有していてもよい。キュービック相は上記媒質Ａとして使用することができる液晶性物質の液晶相の一つであり、キュービック相を示す液晶性物質としては、例えば、下記構造式（８）

【0087】

【化2】



【0088】

で示されるBABH8等が挙げられる。このような液晶性物質に電界を印加すれば、微細構造に歪みが与えられ、光学変調を誘起させることが可能となる。

【0089】

BABH8は、136.7℃以上、161℃以下の温度範囲では、光の波長以下のスケールのキュービック対称性を有する秩序構造からなるキュービック相を示す。該BABH8は、光の波長以下の秩序構造を有し、上記温度範囲において、電圧無印加時に光学的等方性を示すことで、直交ニコル下において良好な黒表示を行うことができる。

【0090】

一方、上記BABH8の温度を、例えば前記した加熱手段等を用いて136.7℃以上、161℃以下に制御しながら、電極4・5（櫛形電極）間に電圧を印加すると、キュービック対称性を有する構造（秩序構造）に歪みが生じる。すなわち、上記BABH8は、上記の温度範囲において、電圧無印加状態では等方的であり、電圧印加により異方性が発現する。

【0091】

これにより、上記媒質層3において複屈折が発生するので、上記表示素子は、良好な白表示を行うことができる。なお、複屈折が発生する方向は一定であり、その大きさが電圧印加によって変化する。また、電極4・5（櫛形電極）間に印加する電圧と透過率との関係を示す電圧透過率曲線は、136.7℃以上、161℃以下の温度範囲、すなわち、約20Kという広い温度範囲において安定した曲線となる。このため、上記BABH8を上記媒質Aとして使用した場合、温度制御を極めて容易に行うことができる。すなわち、上記BABH8からなる媒質層3は、熱的に安定な相であるため、急激な温度依存性が発現せず、温度制御が極めて容易である。

【0092】

また、上記媒質Aとしては、液晶分子が光の波長以下のサイズで放射状に配向した集合体で充填された、光学的に等方的に見えるような系を実現することも可能であり、その手法としては非特許文献2に記載の液晶マイクロエマルジョンや、液晶・微粒子分散系（溶媒（液晶）中に微粒子を混在させた混合系、以下、単に液晶微粒子分散系と記す）の手法を応用することも可能である。これらに電界を印加すれば、放射状配向の集合体に歪みが与えられ、光学変調を誘起させることが可能である。

【0093】

なお、これら液晶性物質は、何れも、単体で液晶性を示すものであってもよいし、複数の物質が混合されることにより液晶性を示すものであってもよいし、これらの物質に他の非液晶性物質が混入されていてもよい。さらには、高分子・液晶分散系の物質を適用することもできる。また、ゲル化剤を添加してもよい。

【0094】

また、上記媒質Aとしては、有極性分子を含有することが望ましく、例えばニトロベンゼン等が媒質Aとして好適である。なお、ニトロベンゼンもカー効果を示す媒質の一種である。

【0095】

以下に、上記媒質Aとして用いることができる物質もしくは該物質の形態の一例を示すが、本発明は以下の例示にのみ限定されるものではない。

【0096】

〔スメクチックD相(SmD)〕

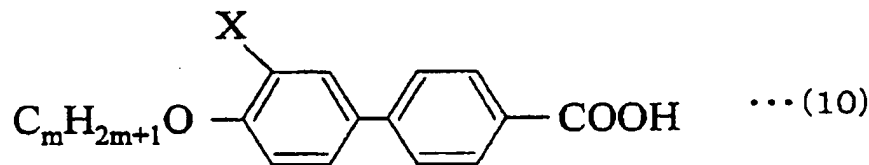
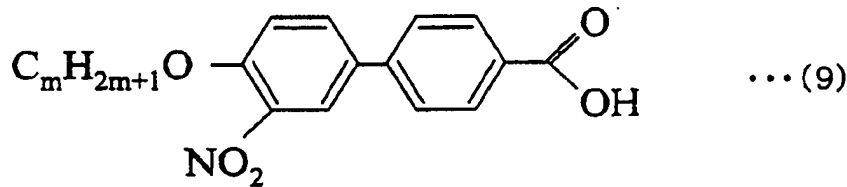
スメクチックD相(SmD)は、上記媒質Aとして使用することができる液晶性物質の液晶相の一つであり、三次元格子構造を有し、その格子定数が光の波長以下である。このため、スメクチックD相は、光学的には等方性を示す。

【0097】

スメクチックD相を示す液晶性物質としては、例えば、非特許文献1もしくは非特許文献3に記載の下記一般式(9)・(10)

【0098】

【化3】



【0099】

で表されるANBC16等が挙げられる。なお、上記一般式(6)・(7)において、mは任意の整数、具体的には、一般式(6)においては $m=16$ 、一般式(7)においては $m=15$ を示し、Xは $-\text{NO}_2$ 基を示す。

【0100】

上記ANBC16は、 $171.0^\circ\text{C}\sim 197.2^\circ\text{C}$ の温度範囲において、スメクチックD相が発現する。スメクチックD相は、複数の分子がジャングルジム(登録商標)のような三次元的格子を形成しており、その格子定数が光学波長以下である。このため、スメクチックD相は、光学的には等方性を示す。

【0101】

また、ANBC16がスメクチックD相を示す上記の温度領域において、ANBC16に電界を印加すれば、ANBC16の分子自身に誘電異方性が存在するため、分子が電界方向に向こうとして格子構造に歪が生じる。すなわち、ANBC16に光学的異方性が発現する。なお、ANBC16に限らず、スメクチックD相を示す物質であれば、本実施の形態にかかる表示素子の媒質Aとして適用することができる。

【0102】

〔液晶マイクロエマルション〕

液晶マイクロエマルションとは、非特許文献2において提案された、O/W型マイクロエマルション(油の中に水を界面活性剤で水滴の形で溶解させた系で、油が連続相となる)の油分子をサーモトロピック液晶分子で置換したシステム(混合系)の総称である。

【0103】

液晶マイクロエマルションの具体例としては、例えば、非特許文献2に記載されている、ネマチック液晶相を示すサーモトロピック液晶であるペンチルシアノビフェニル(5CB)と、逆ミセル相を示すリोटロピック(ライオトロピック)液晶であるジドデシルアンモニウムブロマイド(DDAB)の水溶液との混合系がある。この混合系は、図3および図4に示すような模式図で表される構造を有している。

【0104】

また、この混合系は、典型的には逆ミセルの直径が5 nm (50 Å) 程度、逆ミセル間の距離が20 nm (200 Å) 程度である。これらのスケールは光の波長より一桁程度小さい。また、逆ミセルが三次元空間的にランダムに存在しており、各逆ミセルを中心に5 CBが放射状に配向している。したがって、この混合系は、光学的には等方性を示す。

【0105】

そして、この混合系からなる媒質に電界を印加すれば、5 CBに誘電異方性が存在するため、分子自身が電界方向に向こうとする。すなわち、逆ミセルを中心に放射状に配向していたため光学的に等方であった系に、配向異方性が発現し、光学的異方性が発現する。なお、上記の混合系に限らず、電圧無印加時には光学的に等方性を示し、電圧印加によって光学的異方性が発現する液晶マイクロエマルジョンであれば、本実施の形態にかかる表示素子の媒質Aとして適用することができる。

【0106】

〔リोटロピック液晶〕

媒質Aとして、特定の相を有するリोटロピック（ライोटロピック）液晶を適用できる。リोटロピック液晶とは、液晶を形成する主たる分子が、他の性質を持つ溶媒（水や有機溶剤など）に溶けているような他成分系の液晶を意味する。また、上記の特定の相とは、電界無印加時に光学的に等方性を示す相である。このような特定の相としては、例えば、非特許文献4に記載されているミセル相、スポンジ相、キュービック相、逆ミセル相がある。図5に、リोटロピック液晶相の分類図を示す。

【0107】

両親媒性物質である界面活性剤には、ミセル相を発現する物質がある。例えば、イオン性界面活性剤である硫酸ドデシルナトリウムの水溶液やパルチミン酸カリウムの水溶液等は球状ミセルを形成する。また、非イオン性界面活性剤であるポリオキシエチレンノニルフェニルエーテルと水との混合液では、ノニルフェニル基が疎水基として働き、オキシエチレン鎖が親水基として働くことにより、ミセルを形成する。他にも、スチレン-エチレンオキシドブロック共重合体の水溶液でもミセルを形成する。

【0108】

例えば、球状ミセルは、分子が空間的全方位にパッキング（分子集合体を形成）して球状を示す。また、球状ミセルのサイズは、光学波長以下であるため、光学波長領域では異方性を示さず等方的に見える。しかしながら、このような球状ミセルに電界を印加すれば、球状ミセルが歪むため異方性を発現する。よって、球状ミセル相を有するリोटロピック液晶を、本表示素子の媒質Aとして適用することができる。なお、球状ミセル相に限らず、他の形状のミセル相、すなわち、紐状ミセル相、楕円状ミセル相、棒状ミセル相等を媒質Aとして使用しても、略同様の効果を得ることができる。

【0109】

また、濃度、温度、界面活性剤の条件によっては、親水基と疎水基とが入れ替わった逆ミセルが形成されることが一般に知られている。このような逆ミセルは、光学的にはミセルと同様の効果を示す。したがって、逆ミセル相を媒質Aとして適用することにより、ミセル相を用いた場合と同等の効果を奏する。なお、前述した液晶マイクロエマルジョンは、逆ミセル相（逆ミセル構造）を有するリोटロピック液晶の一例である。

【0110】

また、非イオン性界面活性剤であるペンタエチレングリコールドデシルエーテルの水溶液には、図5に示したような、スポンジ相やキュービック相を示す濃度および温度領域が存在する。このようなスポンジ相やキュービック相は、光学波長以下の秩序を有しているので、光学波長領域では透明な物質である。すなわち、これらの相からなる媒質は、光学的には等方性を示す。そして、これらの相からなる媒質に電圧を印加すると、配向秩序が変化して光学的異方性が発現する。したがって、スポンジ相やキュービック相を有するリोटロピック液晶を、本表示素子の媒質Aとして適用することができる。

【0111】

## 〔液晶微粒子分散系〕

また、媒質Aは、例えば、非イオン性界面活性剤ペンタエチレングリコールドデシルエーテルの水溶液に、表面を硫酸基で修飾した直径10nm(100Å)程度のラテックス粒子を混在させた、液晶微粒子分散系であってもよい。上記液晶微粒子分散系ではスポンジ相が発現するが、本実施の形態において用いられる媒質Aとしては、前述したミセル相、キュービック相、逆ミセル相等を発現する液晶微粒子分散系であってもよい。なお、上記ラテックス粒子に代えて前記DDABを使用することによって、前述した液晶マイクロエマルションと同様な配向構造を得ることもできる。

## 【0112】

## 〔デンドリマー〕

デンドリマーとは、モノマー単位毎に枝分かれのある三次元状の高分岐ポリマーである。デンドリマーは、枝分かれが多いために、ある程度以上の分子量になると球状構造となる。この球状構造は、光学波長以下の秩序を有しているので、光学波長領域では透明な物質であり、電圧印加によって配向秩序が変化して光学的異方性が発現する。したがって、デンドリマーもまた、本実施の形態にかかる表示素子の媒質Aとして適用することができる。また、前述した液晶マイクロエマルションにおいてDDABに代えて上記デンドリマーを使用することにより、前述した液晶マイクロエマルションと同様な配向構造を得ることができる。このようにして得られた媒質もまた、上記媒質Aとして適用することができる。

## 【0113】

## 〔コレステリックブルー相〕

また、液晶性物質として、コレステリックブルー相を適用することができる。なお、図6にはコレステリックブルー相の概略構成が示されている。

## 【0114】

図6に示すように、コレステリックブルー相は、螺旋軸が3次元的に周期構造を形成しており、その構造は、高い対称性を有していることが知られている(例えば、非特許文献6参照)。コレステリックブルー相は、光学波長以下の秩序を有しているので、光学波長領域では概ね透明な物質であり、電圧印加によって配向秩序が変化して光学的異方性が発現する。すなわち、コレステリックブルー相は、光学的に概ね等方性を示し、電界印加によって液晶分子が電界方向に向こうとするために格子が歪み、異方性が発現する。よって、媒質Aとして、コレステリックブルー相を適用できる。

## 【0115】

なお、コレステリックブルー相を示す物質としては、例えば、「JC1041」(商品名、チッソ社製混合液晶)を48.2重量%、「5CB」(4-シアノ-4'-ベンチルビフェニル、ネマチック液晶)を47.4重量%、カイラル剤「ZLI-4572」(商品名、メルク社製)を4.4重量%の割合で混合してなる組成物が知られている。該組成物は、330.7Kから331.8Kの温度範囲で、コレステリックブルー相を示す。

## 【0116】

## 〔スメクチックブルー相〕

また、液晶性物質として、スメクチックブルー相を適用することができる。なお、図6にはスメクチックブルー相の概略構成が示されている。

## 【0117】

図6に示すように、スメクチックブルー(BP<sub>sm</sub>)相は、コレステリックブルー相と同様、高い対称性の構造を有している(例えば、非特許文献5・6等参照)。また、光学波長以下の秩序を有しているため、光学波長領域では概ね透明な物質であり、電圧印加によって配向秩序が変化して光学的異方性が発現する。すなわち、スメクチックブルー相は、光学的に概ね等方性を示し、電界印加によって液晶分子が電界方向に向こうとするために格子が歪み、異方性が発現する。よって、媒質Aとして、スメクチックブルー相を適用できる。

## 【0118】

なお、スメクチックブルー相を示す物質としては、例えば、非特許文献5に記載されているFH/FH/HH-14BTMHC等が挙げられる。該物質は、74.4℃~73.2℃でBP<sub>S<sub>m</sub>3</sub>相、73.2℃~72.3℃でBP<sub>S<sub>m</sub>2</sub>相、72.3℃~72.1℃でBP<sub>S<sub>m</sub>1</sub>相を示す。BP<sub>S<sub>m</sub></sub>相は、非特許文献6に示すように、高い対称性の構造を有するため、概ね光学的等方性が示される。また、物質FH/FH/HH-14BTMHCに電界を印加すると、液晶分子が電界方向に向こうとすることにより格子が歪み、同物質は異方性を発現する。よって、同物質は、本実施の形態にかかる表示素子の媒質Aとして使用することができる。

【0119】

以上のように、本実施の形態にかかる表示素子において媒質Aとして使用することができる物質は、電界の印加により光学的異方性（屈折率、配向秩序度）が変化するものであればよく、キュービック相、スメクチックD相、コレステリックブルー相、スメクチックブルー相の何れかを示す分子からなるものであってもよく、ミセル相、逆ミセル相、スポンジ相、キュービック相の何れかを示すリオトロピック液晶もしくは液晶微粒子分散系であってもよい。また、上記媒質Aは、液晶マイクロエマルジョンやデンドリマー（デンドリマー分子）、両親媒性分子、コポリマー、もしくは、上記以外の有極性分子等であってもよい。

【0120】

また、上記媒質は、液晶性物質に限らず、電圧印加時に光の波長以下の秩序構造（配向秩序）を有することが好ましい。秩序構造が光の波長以下であれば、光学的に等方性を示す。従って、電圧印加時に秩序構造が光の波長以下となる媒質を用いることにより、電圧無印加時と電圧印加時における表示状態を確実に異ならせることができる。

【0121】

本発明の媒質Aは、さらにカイラル剤を含んでいる。カイラル剤は、液晶性物質において隣接する分子と互いにねじれ構造をとる。そして、液晶性物質中の分子間の相互作用のエネルギーが低くなり、液晶性物質は、自発的にねじれ構造をとり、構造が安定化する。それゆえ、カイラル剤を含む媒質Aは、等方相-液晶相相転移温度近傍では、急激な構造変化が起こらず、光学的等方性を有する液晶相が発現し、相転移温度を低下させるという効果を奏する。このようなカイラル剤としては、例えば、ZLI-4572（メルク社製）、C15（メルク社製）、CN（メルク社製）、または、CB15（メルク社製）などが挙げられる。ただし、これらに限定されるものではない。

【0122】

上記媒質Aにおけるカイラル剤の濃度は、媒質Aにおいて液晶性物質の構造を安定化させることが可能な濃度であれば、特に限定されるものではないが、例えば、1~15重量%が好ましく、3~10重量%が特に好ましい。ただし、媒質Aにおけるカイラル剤の濃度は、カイラル剤の種類、表示素子の構成、または設計等に応じて適宜設定することができる。

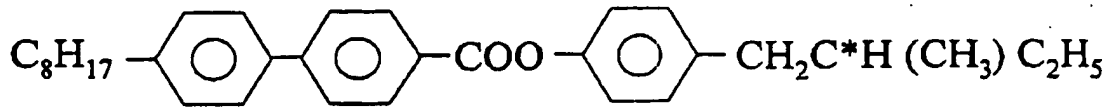
【0123】

なお、本発明では、媒質Aにカイラル剤を添加したものではなく、媒質A自体がカイラル性を有する（光学的に活性な）カイラル物質からなってもよい。この場合には、媒質Aは光学的に活性なため、媒質A自身が自発的にねじれ構造をとり、安定な状態になる。カイラル性を有するカイラル物質としては、分子中に光学活性炭素を有する化合物であればよい。具体的には、下記構造式(11)

【0124】



【化4】



... (11)

【0125】

で表される4-(2-メチルブチル)フェニル-4'-オクチルビフェニル-4-カルボキシレート(略名: 8SI\*)を挙げることができる。すなわち、本発明の媒質Aは、カイラル性を有するものであればよく、光学的に活性なものであればよい。

【0126】

ここで、図7(a)に示すように、電圧が印加されていない場合には、この振れ構造が等方的に空間を埋めているため、表示素子は光学的に等方性である。一方、図7(b)に示すように、電圧を印加すると徐々に分子の長軸方向が電場の方向に向くようになる。これに従って、振れ構造もほどけていく。つまり、電圧の印加によってその構造が変化し、これにより光学的異方性を生じる。

【0127】

このように、媒質Aにカイラル剤を添加する、または、媒質Aとしてカイラル物質を用いることにより、媒質Aは振れ構造をとる。その結果、カー定数はあまり変化せず、カー効果の安定性が増大する。なお、カイラル剤を添加することにより、媒質Aは左振れまたは右振れのいずれかの振れ構造を誘起させることもできる。この場合、透過率をより向上させることが可能となる。

【0128】

次に、本実施の形態にかかる表示素子における表示原理について、図1(a)・(b)、図7(a)～(c)、及び図8(a)～(g)を参照して以下に説明する。なお、以下の説明では、主に、上記表示素子として透過型の表示素子を使用し、電界無印加時に光学的にはほぼ等方、好適には等方であり、電界印加により光学的異方性が発現する物質を用いる場合を例に挙げて説明するものとするが、本発明はこれに限定されるものではない。

【0129】

図7(a)は、電界無印加状態(OFF状態)における本実施の形態にかかる表示素子の構成を模式的に示す要部平面図であり、図7(b)は、電圧印加状態(ON状態)における上記表示素子の構成を模式的に示す要部平面図である。なお、図7(a)・(b)は、上記表示素子における1画素中の構成を示すものとし、説明の便宜上、対向基板12の構成については図示を省略する。なお、上記電極4・5としては、図2に示したように、楕円形電極であってもよく、上記基板1・2に略平行な電界を印加することができるものでさえあれば、特に限定されるものではない。

【0130】

さらに、図7(c)は、図7(a)・(b)に示す表示素子における印加電圧と透過率との関係を示すグラフであり、図8(a)～(g)は、電界の印加による光学的異方性の変化を利用して表示を行う表示素子と従来の液晶表示素子との表示原理の違いを、電圧無印加時(OFF状態)および電圧印加時(ON状態)における媒質の平均的な屈折率楕円体の形状(屈折率楕円体の切り口の形状にて示す)およびその主軸方向にて模式的に示す断面図であり、図8(a)～(g)は、順に、電界の印加による光学的異方性の変化を利用して表示を行う表示素子の電圧無印加時(OFF状態)の断面図、該表示素子の電圧印加時(ON状態)の断面図、TN(Twisted Nematic)方式の液晶表示素子の電圧無印加時の断面図、該TN方式の液晶表示素子の電圧印加時の断面図、VA(Vertical Alignment)方式の液晶表示素子の電圧無印加時の断面図、該VA方式の液晶表示素子の電圧印加時の断面図、IPS(In Plane Switching)方式の液晶表示素子の電圧無印加時の断面図、

該IPS方式の液晶表示素子の電圧印加時の断面図を示す。

【0131】

物質中の屈折率は、一般には等方的でなく方向によって異なっている。この屈折率の異方性は、基板面に平行な方向（基板面内方向）でかつ両電極4・5の対向方向、基板面に垂直な方向（基板法線方向）、基板面に平行な方向（基板面内方向）でかつ両電極4・5の対向方向に垂直な方向を、それぞれx、y、z方向とすると、任意の直交座標系（ $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ ）を用いて下記関係式（1）

【0132】

【数1】

【0133】

$$\sum_{ij} \left( \frac{1}{n_{ij}^2} \right) X_i X_j = 1 \quad \dots (1)$$

【0134】

（ $n_{j i} = n_{i j}$ 、 $i, j = 1, 2, 3$ ）

で表される楕円体（屈折率楕円体）で示される。ここで、上記関係式（1）を楕円体の主軸方向の座標系（ $Y_1$ 、 $Y_2$ 、 $Y_3$ ）を使用して書き直すと、下記関係式（2）

【0135】

【数2】

$$\frac{Y_1^2}{n_1^2} + \frac{Y_2^2}{n_2^2} + \frac{Y_3^2}{n_3^2} = 1 \quad \dots (2)$$

【0136】

で示される。 $n_1$ 、 $n_2$ 、 $n_3$ （以下、 $n_x$ 、 $n_y$ 、 $n_z$ と記す）は主屈折率と称され、楕円体における三本の主軸の長さの半分に相当する。原点から $Y_3 = 0$ の面と垂直な方向に進行する光波を考えると、この光波は $Y_1$ と $Y_2$ との方向に偏光成分を有し、各成分の屈折率はそれぞれ $n_x$ 、 $n_y$ である。一般に、任意の方向に進行する光に対しては原点を通り、光波の進行方向に垂直な面が、屈折率楕円体の切り口と考えられ、この楕円の主軸方向が光波の偏光の成分方向であり、主軸の長さの半分がその方向の屈折率に相当する。

【0137】

まず、電界の印加による光学的異方性の変化を利用して表示を行う表示素子と従来の液晶表示素子との表示原理の相違について、従来の液晶表示素子として、TN方式、VA方式、IPS方式を例に挙げて説明する。

【0138】

図8（c）・（d）に示すように、TN方式の液晶表示素子は、対向配置された一対の基板101・102間に液晶層105が挟持され、上記両基板101・102上にそれぞれ透明電極103・104（電極）が設けられている構成を有し、電圧無印加時には、液晶層105における液晶分子の長軸方向がらせん状に捻られて配向しているが、電圧印加時には、上記液晶分子の長軸方向が電界方向に沿って配向するようになっている。この場合における平均的な屈折率楕円体105aは、電圧無印加時には、図8（c）に示すように、その主軸方向（長軸方向）が基板面に平行な方向（基板面内方向）を向き、電圧印加時には、図8（d）に示すように、その主軸方向が基板面法線方向を向く。すなわち、電圧無印加時と電圧印加時とで、屈折率楕円体105aの形状は変わらずに、その主軸方向が変化する（屈折率楕円体105aが回転する）。

【0139】

VA方式の液晶表示素子は、図8(e)・(f)に示すように、対向配置された一对の基板201・202間に液晶層205が挟持され、上記両基板201・202上にそれぞれ透明電極(電極)203・204が備えられている構成を有し、電圧無印加時には、液晶層205における液晶分子の長軸方向が、基板面に対して略垂直な方向に配向しているが、電圧印加時には、上記液晶分子の長軸方向が電界に垂直な方向に配向する。この場合における平均的な屈折率楕円体205aは、図8(e)に示すように、電圧無印加時には、その主軸方向(長軸方向)が基板面法線方向を向き、図8(f)に示すように、電圧印加時にはその主軸方向が基板面に平行な方向(基板面内方向)を向く。すなわち、VA方式の液晶表示素子の場合にも、TN方式の液晶表示素子と同様、電圧無印加時と電圧印加時とで、屈折率楕円体205aの形状は変わらずに、その主軸方向が変化する(屈折率楕円体205aが回転する)。

【0139】

また、IPS方式の液晶表示素子は、図8(f)・(g)に示すように、同一の基板301上に、1対の電極302・303が対向配置された構成を有し、図示しない対向基板との間に挟持された液晶層に、上記電極302・303により電圧が印加されることで、上記液晶層における液晶分子の配向方向(屈折率楕円体305aの主軸方向(長軸方向))を変化させ、電圧無印加時と電圧印加時とで、異なる表示状態を実現することができるようになっている。すなわち、IPS方式の液晶表示素子の場合にも、TN方式およびVA方式の液晶表示素子と同様、図8(f)に示す電圧無印加時と図8(g)に示す電圧印加時とで、屈折率楕円体305aの形状は変わらずに、その主軸方向が変化する(屈折率楕円体305aが回転する)。

【0140】

このように、従来の液晶表示素子では、電圧無印加時でも液晶分子が何らかの方向に配向しており、電圧を印加することによってその配向方向を変化させて表示(透過率の変調)を行っている。すなわち、屈折率楕円体の形状は変化しないが、屈折率楕円体の主軸方向が電圧印加によって回転(変化)することを利用して表示を行っている。つまり、従来の液晶表示素子では、液晶分子の配向秩序度は一定であり、配向方向を変化させることによって表示(透過率の変調)を行っている。

【0141】

これに対し、本実施の形態にかかる表示素子も含め、電界の印加による光学的異方性の変化を利用して表示を行う表示素子は、図8(a)・(b)に示すように、電圧無印加時における屈折率楕円体3aの形状は球状、すなわち、光学的に等方( $n_x = n_y = n_z$ 、配向秩序度=0)であり、電圧を印加することによって異方性( $n_x > n_y$ 、配向秩序度 $> 0$ )が発現するようになっている。なお、上記 $n_x$ 、 $n_y$ 、 $n_z$ は、それぞれ、基板面に平行な方向(基板面内方向)でかつ両電極4・5の対向方向の主屈折率、基板面に垂直な方向(基板法線方向)の主屈折率、基板面に平行な方向(基板面内方向)でかつ両電極4・5の対向方向に垂直な方向の主屈折率を表している。

【0142】

このように、本実施の形態にかかる表示素子は、光学的異方性の方向は一定(電圧印加方向は変化しない)で例えば配向秩序度を変調させることによって表示を行うものであり、従来の液晶表示素子とは表示原理が大きく異なっている。

【0143】

本実施の形態にかかる表示素子は、図1(a)に示すように、電極4・5に電圧を印加していない状態では、基板1・2間に封入される媒質A(媒質層3)が等方相を示す。また、媒質Aは振れ構造をとっており、この振れ構造が等方的に空間を埋めているため光学的にも等方となるため、黒表示になる。

【0144】

一方、図1(b)に示すように、電極4・5に電圧を印加すると、上記媒質Aの各分子10が、その長軸方向が上記電極4・5間に形成される電界に沿うように配向され、振れ構造もほどけていくため、複屈折現象が発現する。この複屈折現象により、電極4・5間

の電圧に応じて表示素子の透過率を変調することができる。

【0145】

なお、相転移温度（転移点）から十分遠い温度においては表示素子の透過率を変調させるために必要な電圧は大きくなるが、転移点のすぐ直上の温度では0～100V前後の電圧で、十分に透過率を変調させることが可能になる。

【0146】

例えば、電界方向の屈折率と、電界方向に垂直な方向の屈折率とを、それぞれ $n_{//}$ 、 $n_{\perp}$ とすると、複屈折変化（ $\Delta n = n_{//} - n_{\perp}$ ）と、外部電界、すなわち電界 $E$ （V/m）との関係は、下記関係式（3）

$$\Delta n = \lambda \cdot B_k \cdot E^2 \quad \dots (3)$$

で表される。なお、 $\lambda$ は真空中での入射光の波長（m）、 $B_k$ はカー定数（ $m/V^2$ ）、 $E$ は印加電界強度（V/m）である。

【0147】

カー定数 $B$ は、温度（ $T$ ）の上昇とともに $1/(T - T_{ni})$ に比例する関数で減少することが知られており、転移点（ $T_{ni}$ ）近傍では弱い電界強度で駆動できていたとしても、温度（ $T$ ）が上昇するとともに急激に必要な電界強度が増大する。このため、転移点から十分遠い温度（転移点よりも十分に高い温度）では透過率を変調させるために必要な電圧が大きくなるが、相転移直上の温度では、約100V以下の電圧で、透過率を十分に變調させることができる。

【0148】

しかしながら、本願発明者等が検討した結果、配向秩序度を変調させることによって表示を行う場合、場合によっては、コントラストが低下することがあることが判った。

【0149】

本願発明者等の検討によれば、コントラストが低下する要因としては、以下の2つの要因が挙げられる。

【0150】

まず一つには、電界の印加により光学的異方性が発現する媒質Aを表示媒質に用いた従来の表示素子または該表示素を備えた表示装置において電源の投入を行ったとき、周囲温度が低い場合には、上記媒質Aが本来駆動されるべき温度に達しておらず、媒質Aの物理的な状態が、素子駆動時に本来有しているべき状態とは異なっていることがあることが挙げられる。例えば、上記媒質Aがネマチック等方相の相転移温度直上の等方相状態で、本来駆動しなければならない場合、電源投入時に、上記相転移温度よりも低温のネマチック状態になっていることがある。この場合、電界無印加状態では本来等方状態により黒表示を達成しなければならないときに、無電界印加でも光学的異方性を有するネマチックでは、その光学的異方性により光を透過させてしまうことになる。したがって、このような場合には、良好な黒表示ができなくなり、コントラストが低下してしまう。もちろん、ヒータや光源（バックライト）により表示素子を過熱し、良好な表示を得ることができるが、瞬時に温度を上昇させ、また安定化させることは容易なことではない。

【0151】

もう一つは、基板界面から離れた領域では上記媒質A（表示媒質）が光学的等方状態を実現していても、基板界面、特に基板1界面では、基板1により媒質Aを構成する分子10が強固に吸着されてしまうために、光学的等方状態を実現できなくなる場合があることが挙げられる。例えば、ネマチック等方相の相転移温度直上0.1Kの温度で駆動させる場合、基板界面付近はネマチック状態になっている。

【0152】

いずれにせよ、基板界面付近では、吸着現象により、上記媒質Aの物理状態が、素子駆動時に本来有しているべき状態とは異なり、セル内部における、基板界面から離れたバルク領域とは異なる、基板界面近傍の媒質Aにより、黒表示時においても光が透過してしまう現象が発生し、この結果、コントラストが低下してしまうという問題がある。

【0153】

本実施の形態にかかる表示素子でも、転移点未満の温度ではネマチック液晶相が析出する点は、上記従来の表示素子と同様である。しかしながら、本実施の形態にかかる表示素子によれば、例えば、電源投入時に周囲温度が上記転移点よりも低く、媒質Aが、本来駆動されるべき温度に達していない場合、析出したネマチック液晶相は、上記配向膜8・9における配向(処理)方向、この場合は、偏光板吸収軸方向に配向するために、上記ネマチック液晶相、つまり、物理的状态が本来の駆動時の状態と異なる媒質による光学的な寄与は無い。この結果、ヒータおよびバックライトにより表示素子の温度が上昇するまでの間においても良好な黒表示を実現することができた。

【0154】

すなわち、本実施の形態によれば、たとえ電圧無印加時に光学異方性が発現したとしても、上記画素基板11および対向基板2における互いの対向表面に、一方の偏光板吸収軸と平行または直交する方向の水平配向処理を施し、その光学異方性の方向、つまり、配向方向を、上記偏光板吸収軸と平行または直交する方向にしておくことで、その光学的寄与を消失させることができる。つまり、本実施の形態において、上記画素基板11および対向基板12における互いの対向面表面に水平配向処理が施されていることで、基板界面の媒質A、厳密には該媒質Aを構成する分子10は、素子駆動温度未満の温度で、上記配向処理における配向(処理)方向に沿って配向する。

【0155】

また、本実施の形態にかかる表示素子によれば、所望の駆動温度領域に達したとしても、基板界面に吸着した分子による黒表示時の光の漏れは観測されず、高いコントラストを実現することができた。この結果、コントラストが低下することがなく、高速応答性、視野角特性に優れた表示素子を得ることができた。

【0156】

なお、上記基板1・2における互いのラビング方向は、前記したように、直交、平行または反平行であることが望ましいが、より望ましくは、平行または反平行のときである。上記両基板1・2に水平配向処理を行うと共に、互いの水平配向方向を平行または反平行とすることで、コントラストを最大化することができ、この結果、黒輝度をより小さくすることができた。

【0157】

なお、本実施の形態では、両基板1・2(画素基板11および対向基板12)に対し、配向膜8・9の形成並びにラビング処理を行ったが、上記した効果は、一方の基板のみにラビング処理を行った場合であっても得ることはできる。この場合、両基板1・2に上記配向膜8・9を形成した場合、つまり、両基板1・2に配向処理を施した場合ほどの効果は得られないが、電極4・5を形成した基板1とは反対側の基板2だけに配向膜(配向膜9)を形成しておけば、基板1側の配向膜8に由来する電圧降下が発生せず、素子の駆動電圧が上昇することなく、実用上のメリットが大きい。また、所望の駆動温度になったとしても、基板界面に吸着した分子による光漏れは発生せず、高いコントラストを得ることができた。また、所望の駆動温度になったとしても、基板界面に吸着した分子による光漏れは発生せず、高いコントラストを得ることができた。

【0158】

なお、本実施の形態では、主に、透過型の表示素子を例に挙げて説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、反射型の表示素子としてもよい。

【0159】

以下に、本発明を実施例および比較例に基づいて詳細に説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

【0160】

〔実施例1〕

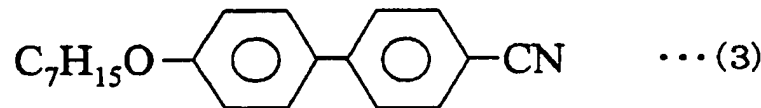
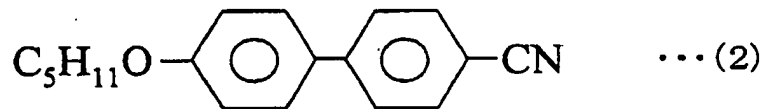
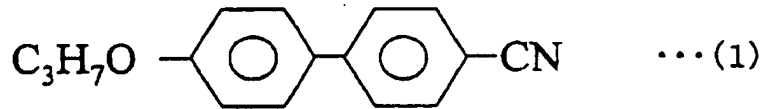
以下の説明は、本実施の形態に係る、媒質にカイラル剤を含む表示素子について記載する。また〔比較例〕として、媒質にカイラル剤を含まない表示素子について記載する。

【0161】

図1に示す構成の表示素子として、電極4および5としてITOを使用した。具体的には、線幅 $5\mu\text{m}$ 、電極間距離 $5\mu\text{m}$ 、電極の厚み $0.6\mu\text{m}$ とし、上述したように基板表面上に、 $90^\circ\pm 10^\circ$ 未満をなす楔型構造を有する電極が櫛歯状に形成した。基板にはガラス基板を用いた。また媒質として、構造式(1)~(3)

【0162】

【化5】



【0163】

で示される化合物を等量ずつ混合した混合物を使用し、さらにこの混合物にカイラル剤「ZLI-4572」(商品名、メルク社製)を7重量%添加したものをを用いた。

【0164】

媒質層3の層厚(すなわち基板1と2との間の距離)は $10\mu\text{m}$ とした。さらに、両方の上記ガラス基板の外側には偏光板を配置し、両方の上記ガラス基板の内側にはポリイミドからなる配向膜を形成した。配向膜にはあらかじめ水平ラビング処理を施した。

【0165】

外部加温装置(加熱手段)により上記混合物(媒質)をネマティック-等方相の相転移直上近傍の温度に保ち、電圧印加を行った。等方相-液晶相転移温度は $63^\circ\text{C}$ であった。また、最大透過率は $49\text{V}$ で得られ、表示素子作成1ヶ月後の電圧保持率は $98\%$ であった。

【0166】

〔比較例〕

媒質として、ネマチック液晶である5CB(90wt%)と、重合性モノマーである1,4-ジ(4-(6-アクリロイルオキシ)ヘキシルオキシ)ベンゾイルオキシ)-2-メチルベンゼン(10wt%)とを混合し、重合開始剤としてイルガキュア(チバ・スペシャルティ・ケミカルズ社製)を重合性モノマーに対して0.5wt%添加して混合物を調製した。この混合物を2枚のガラス基板間に注入した後、等方相の状態での高圧水銀ランプを用いて $365\text{nm}$ 近傍の紫外線を照射し表示素子を作成した。

【0167】

外部加温装置により上記混合物をネマチック-等方相相転移直上近傍の温度に保ち、電圧印加を行った。等方相-液晶相転移温度は $28^\circ\text{C}$ であった。また、最大透過率は $66\text{V}$ で得られ、表示素子作成1ヶ月後の電圧保持率は $89\%$ であった。

【0168】

上記の結果から、本発明に係る表示素子に用いられる媒質は、比較例より最大透過率が得られる印加電圧が小さいことが分かる。すなわち、媒質にカイラル剤を添加することに

よって、カー効果の安定性が向上した媒質を実現できる。

【0169】

すなわち、比較例では、モノマーの重合過程において、未反応の重合性モノマーや重合開始剤が残ってしまう。このため、重合性モノマーを光照射し、網目状高分子とすることでカー効果の安定性を向上させている反面、残余物が液晶の電圧保持率を悪化させてしまっている。

【0170】

これに対して、本実施例1では、カイラル剤を添加している。このため、媒質が自発的に捩れ構造をとり、その結果カー効果も安定化される。また、高分子などで安定化する必要がないため、残余物等の液晶の電圧保持率を悪化させる原因を排除することができる。すなわち、信頼性の問題を解決できる。さらに、比較例では光重合のための紫外光照射過程が必須であるのに対して、本実施例1ではその必要がなく、製造上の問題も同時に解決できる。

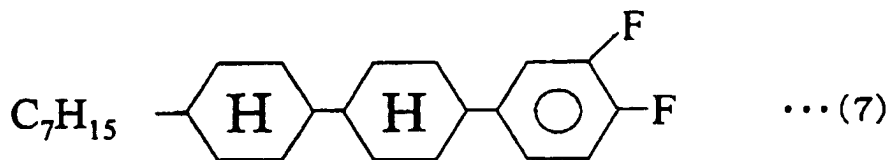
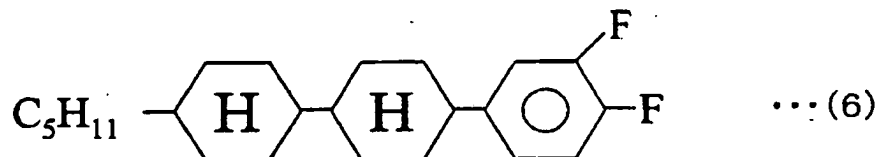
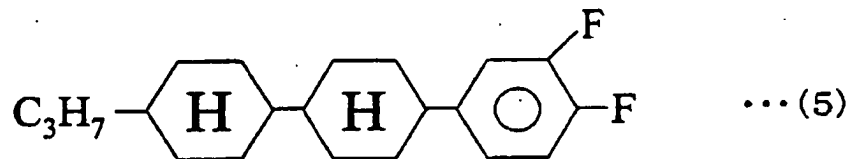
【0171】

〔実施例2〕

本実施例では、媒質として、構造式(5)～(7)

【0172】

【化6】



【0173】

で示される化合物を混合した混合物を使用した以外は、カイラル剤も含めて実施例1と同様のものを用いた。なお、上記構造式(5)～(7)に示す化合物の混合割合は、構造式(5)に示す化合物を30wt%、構造式(6)に示す化合物を40wt%、構造式(7)に示す化合物を30wt%とした。

【0174】

実施例1では、正の誘電異方性を有する化合物からなる媒質を用いていたが、本実施例では負の誘電異方性を有する化合物からなる媒質を用いている。この場合であっても、上記実施例1と同様の効果を得ることができた。すなわち、本発明では、正の誘電異方性を有する媒質のみならず、負の誘電異方性を有する媒質をも用いることができる。

【0175】

本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能である。すなわち、請求項に示した範囲で適宜変更した技術的手段を組み合わせ

て得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

【産業上の利用可能性】

【0176】

本発明の表示素子は、広視野角特性および高速応答特性に優れた表示素子であり、例えば、テレビやモニタ等の画像表示装置や、ワードプロセッサ（ワープロ）やパーソナルコンピュータ等のOA機器、あるいは、ビデオカメラ、デジタルカメラ、携帯電話等の情報端末等に備えられる画像表示装置に、広く適用することができる。また、本発明の表示素子は、上記したように、広視野角特性および高速応答特性を有し、また、液晶相－等方相相転移温度を低下させてカー効果を安定化し、かつ、駆動電圧を低減することができるので、大画面表示や動画表示にも適している。

【図面の簡単な説明】

【0177】

【図1】（a）は、電圧無印加状態における本発明の実施の一形態にかかる表示素子の要部の概略構成を模式的に示す断面図であり、（b）は、電圧印加状態における上記表示素子の要部の概略構成を模式的に示す断面図である。

【図2】上記表示素子における電極構造の一例および該電極構造と偏光板吸収軸との関係を説明する図である。

【図3】液晶マイクロエマルションの逆ミセル相混合系の一例を示す模式図である。

【図4】液晶マイクロエマルションの逆ミセル相混合系の他の例を示す模式図である。

【図5】リोटロピック液晶相の分類図である。

【図6】本発明の表示素子の媒質の各種構造を示す模式図である。

【図7】（a）は、電界無印加状態における上記表示素子の構成を模式的に示す要部断面図であり、（b）は、電圧印加状態における上記表示素子の構成を模式的に示す要部断面図であり、（c）は、（a）・（b）に示す表示素子における印加電圧と透過率との関係を示すグラフである。

【図8】電界の印加による光学的異方性の変化を利用して表示を行う表示素子と従来の液晶表示素子との表示原理の違いを、電圧無印加時および電圧印加時における媒質の平均的な屈折率楕円体の形状およびその主軸方向にて模式的に示す断面図であり、（a）は電界の印加による光学的異方性の変化を利用して表示を行う表示素子の電圧無印加時の断面図であり、（b）は（a）に示す表示素子の電圧印加時の断面図であり、（c）はTN方式の液晶表示素子の電圧無印加時の断面図であり、（d）は（c）に示す液晶表示素子の電圧印加時の断面図であり、（e）はVA方式の液晶表示素子の電圧無印加時の断面図であり、（f）は（e）に示す液晶表示素子の電圧印加時の断面図であり、（g）はIPS方式の液晶表示素子の電圧無印加時の断面図であり、（h）は（g）に示す液晶表示素子の電圧印加時の断面図である。

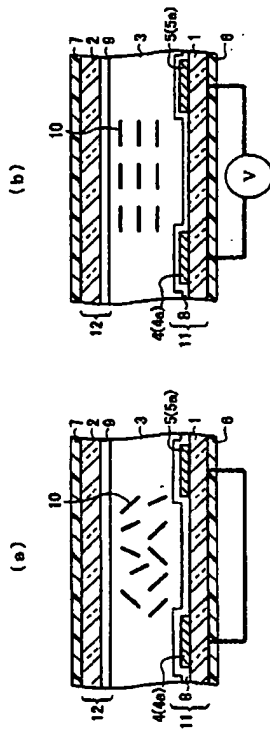
【符号の説明】

【0178】

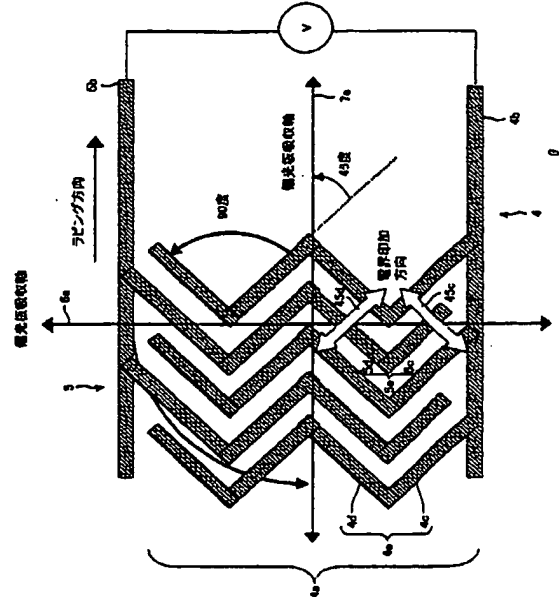
- 1 基板
- 2 基板
- 3 媒質層
- 4 電極（電界印加手段）
- 4 a 櫛歯部分
- 5 電極（電界印加手段）
- 5 a 櫛歯部分
- 6 偏光板
- 7 偏光板
- 11 画素基板（基板）
- 12 対向基板（基板）
- 45 c、45 d 電界印加方向
- A 媒質



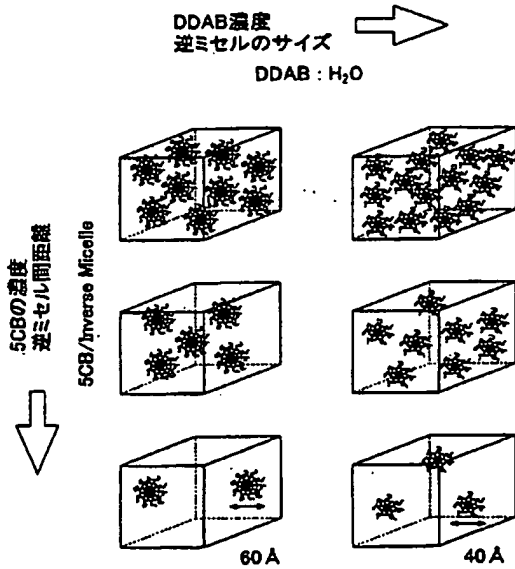
【図1】



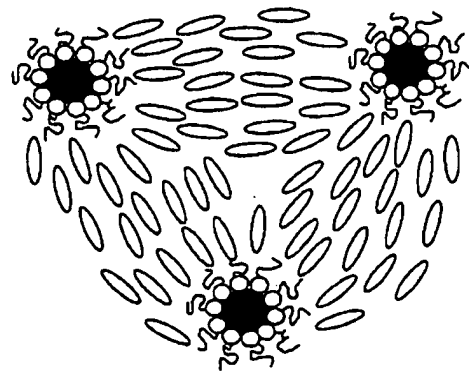
【図2】



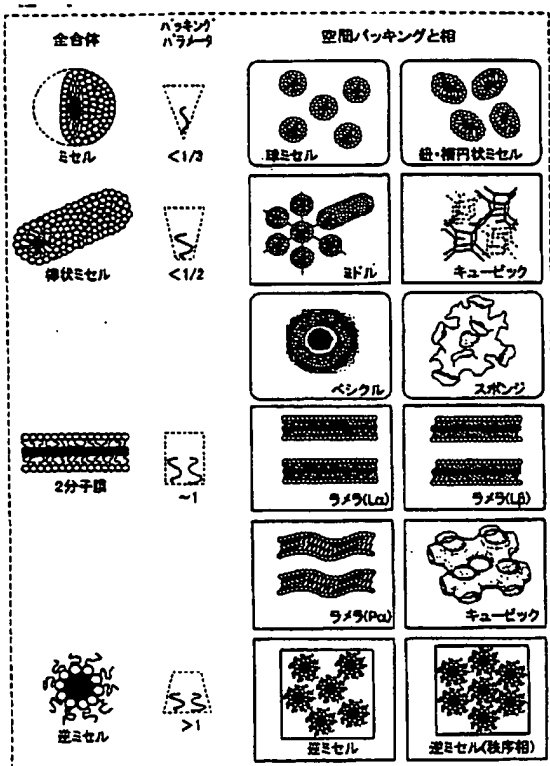
【図3】



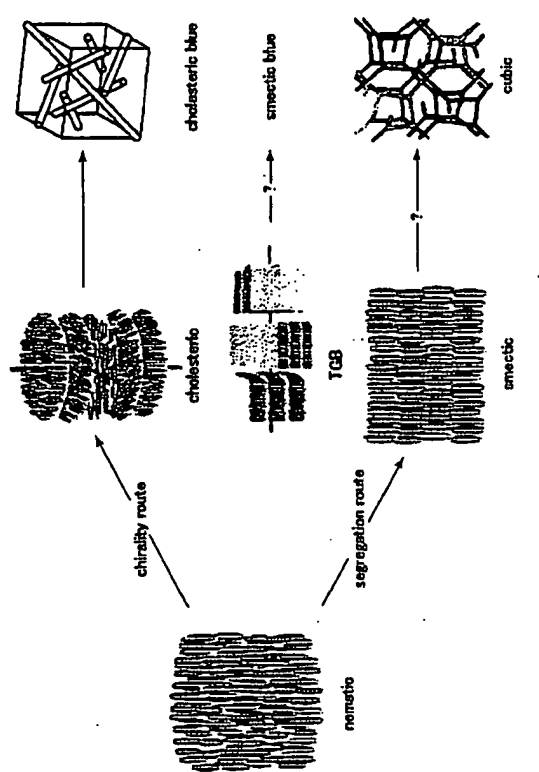
【図4】



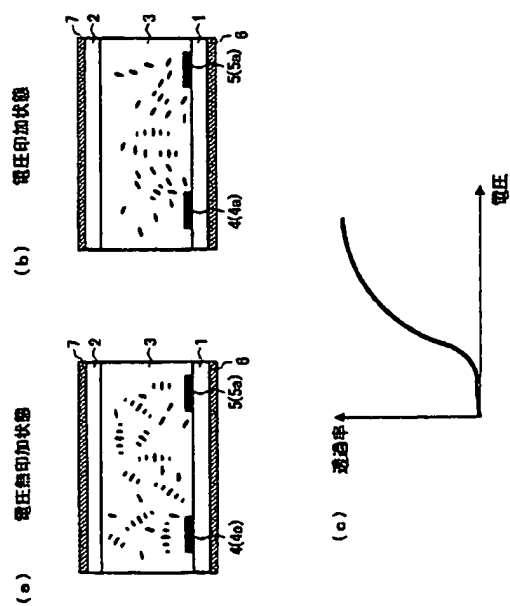
【図5】



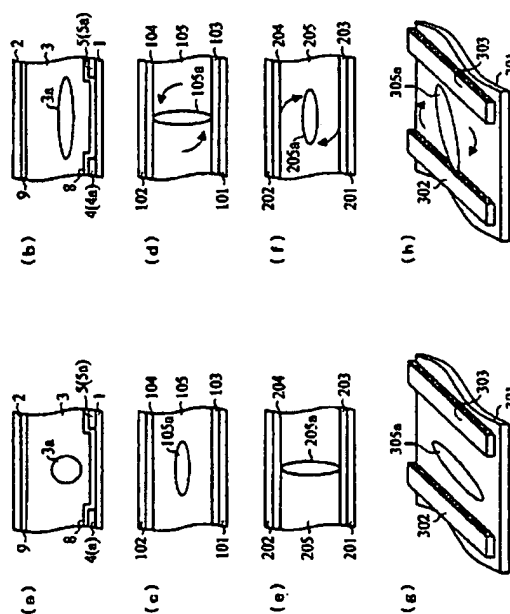
【図6】



【図7】



【図8】



Fターム(参考) 2H088 EA03 GA02 GA03 GA04 GA17 HA02 HA03 HA05 JA04 LA06  
LA07 MA20  
2H090 HB08Y HD14 KA04 LA01 MA02 MA07 MB01  
2H092 GA14 NA25 PA02 QA06